SUPPLÉMENT

À

L'HISTOIRE NATURELLE.

Tome Second.

HISTOIRE NATURELLE,

GÉNÉRALE ET PARTICULIÈRE,

Servant de ſuite à la Théorie de la Terre,
& de préliminaire à l'hiſtoire des Végétaux.
Parties Expérimentale & Hypothétique.

Par M. le Comte DE BUFFON.

SUPPLÉMENT, Tome Second.



A PARIS,
DE L'IMPRIMERIE ROYALE.

M. DCCLXXV.

TABLE

De ce qui eſt contenu dans ce Volume.

PARTIE EXPÉRIMENTALE.

HISTOIRE



HISTOIRE NATURELLE.

PARTIE EXPÉRIMENTALE.

HUITIÈME MÉMOIRE.

EXPÉRIENCES sur la pesanteur du Feu, & sur la durée de l'incandescence.

JE crois devoir rappeler ici quelques-unes des choses que j'ai dites dans l'introduction qui précède ces Mémoires, afin que ceux qui ne les auroient pas bien

préſentes, puiſſent néanmoins entendre ce qui fait l'objet de celui-ci. Le feu ne peut guère exiſter ſans lumière & jamais ſans chaleur, tandis que la lumière exiſte ſouvent ſans chaleur ſenſible, comme la chaleur exiſte encore plus ſouvent ſans lumière; l'on peut donc conſidérer la lumière & la chaleur comme deux propriétés du feu, ou plutôt comme les deux ſeuls effets par leſquels nous le reconnoiſſons; mais nous avons montré que ces deux effets ou ces deux propriétés ne ſont pas toujours eſſentiellement liés enſemble, que ſouvent ils ne ſont ni ſimultanés ni contemporains, puiſque dans de certaines circonſtances on ſent de la chaleur long-temps avant que la lumière paroiſſe, & que dans d'autres circonſtances on voit de la lumière long-temps avant de ſentir de la chaleur, & même ſouvent ſans en ſentir aucune, & nous avons dit que pour raiſonner juſte ſur la nature du feu, il falloit auparavant tâcher de reconnoître celle de la lumière & celle de la chaleur qui ſont les principes réels dont l'élément du feu nous paroît être compoſé.

Nous avons vu que la lumière eſt une matière mobile, élaſtique & peſante, c'eſt-à-dire, ſuſceptible d'attraction, comme toutes les autres matières; on a démontré qu'elle eſt mobile, & même on a déterminé le degré de ſa vîteſſe immenſe par le très-petit temps qu'elle emploie à venir des ſatellites de Jupiter juſqu'à nous. On a reconnu ſon élaſticité qui eſt preſque infinie par l'égalité de l'angle de ſon incidence & de celui de ſa réflexion; enfin ſa peſanteur, ou ce qui revient au même, ſon attraction vers les

autres matières, eſt auſſi démontrée par l'inflexion qu'elle ſouffre toutes les fois qu'elle paſſe auprès des autres corps. On ne peut donc pas douter que la ſubſtance de la lumière ne ſoit une vraie matière, laquelle indépendamment de ſes qualités propres & particulières, a auſſi les propriétés générales & communes à toute autre matière. Il en eſt de même de la chaleur, c'eſt une matière qui ne diffère pas beaucoup de celle de la lumière, & ce n'eſt peut-être que la lumière elle-même qui, quand elle eſt très-forte ou réunie en grande quantité, change de forme, diminue de vîteſſe, & au lieu d'agir ſur le ſens de la vue, affecte les organes du toucher. On peut donc dire que relativement à nous, la chaleur n'eſt que le toucher de la lumière, & qu'en elle-même la chaleur n'eſt qu'un des effets du feu ſur les corps, effet qui ſe modifie ſuivant les différentes ſubſtances & produit dans toutes une dilatation, c'eſt-à-dire, une ſéparation de leurs parties conſtituantes. Et lorſque par cette dilatation ou ſéparation, chaque partie ſe trouve aſſez éloignée de ſes voiſines pour être hors de leur ſphère d'attraction, les matières ſolides qui n'étoient d'abord que dilatées par la chaleur, deviennent fluides, & ne peuvent reprendre leur ſolidité qu'autant que la chaleur ſe diſſipe, & permet aux parties déſunies de ſe rapprocher & ſe joindre d'auſſi près qu'auparavant *(a)*.

(a) Je ſai que quelques Chimiſtes prétendent que les métaux rendus fluides par le feu, ont plus de peſanteur ſpécifique que quand ils ſont ſolides; mais j'ai de la peine à le croire, car il s'enſuivroit que leur état de dilatation où cette peſanteur ſpécifique eſt moindre ne

Ainsi toute fluidité a la chaleur pour cause ; & toute dilatation dans les corps doit être regardée comme une fluidité commençante ; or nous avons trouvé par l'expérience, que les temps du progrès de la chaleur dans les corps, soit pour l'entrée, soit pour la sortie, sont toujours en raison de leur fluidité ou de leur fusibilité, & il doit s'ensuivre que leurs dilatations respectives doivent être en même raison. Je n'ai pas eu besoin de tenter de nouvelles expériences pour m'assurer de la vérité de cette conséquence générale ; M. Musschenbroek en ayant fait de très-exactes sur la dilatation des différens métaux, j'ai comparé ses expériences avec les miennes, & j'ai vu, comme je m'y attendois, que les corps les plus lents à recevoir & perdre la chaleur, sont aussi ceux qui se dilatent le moins promptement, & que ceux qui sont les plus prompts à s'échauffer & à se refroidir, sont ceux qui se dilatent le plus vîte : en sorte qu'à commencer par le fer qui est le moins fluide de tous les corps, & finir par le mercure qui est le plus fluide, la dilatation dans toutes les différentes matières, se fait en même raison que le progrès de la chaleur dans ces mêmes matières.

---

seroit pas le premier degré de leur état de fusion, ce qui néanmoins paroît indubitable. L'expérience sur laquelle ils fondent leur opinion, c'est que le métal en fusion supporte le même métal solide, & qu'on le voit nager à la surface du métal fondu : mais je pense que cet effet ne vient que de la répulsion causée par la chaleur, & ne doit point être attribué à la pesanteur spécifique plus grande du métal en fusion; je suis au contraire très-persuadé qu'elle est moindre que celle du métal solide.

Lorſque je dis que le fer eſt le plus ſolide, c'eſt-à-dire, le moins fluide de tous les corps, je n'avance rien que l'expérience ne m'ait juſqu'à préſent démontré ; cependant il pourroit ſe faire que la platine, comme je l'ai remarqué ci-devant, étant encore moins fuſible que le fer, la dilatation y ſeroit moindre, & le progrès de la chaleur plus lent que dans le fer; mais je n'ai pu avoir de ce minéral qu'en grenaille, & pour faire l'expérience de la fuſibilité & la comparer à celle des autres métaux, il faudroit en avoir une maſſe d'un pouce de diamètre, trouvée dans la mine même ; toute la platine que j'ai pu trouver en maſſe, a été fondue par l'addition d'autres matières, & n'eſt pas aſſez pure pour qu'on puiſſe s'en ſervir à des expériences qu'on ne doit faire que ſur des matières pures & ſimples ; & celle que j'ai fait fondre moi-même ſans addition, étoit encore en trop petit volume pour pouvoir la comparer exactement.

Ce qui me confirme dans cette idée, que la platine pourroit être l'extrême en *non fluidité* de toutes les matières connues, c'eſt la quantité de fer pur qu'elle contient, puiſqu'elle eſt preſque toute attirable par l'aimant ; ce minéral, comme je l'ai dit, pourroit donc bien n'être qu'une matière ferrugineuſe plus condenſée & ſpécifiquement plus peſante que le fer ordinaire, intimement unie avec une grande quantité d'or, & par conſéquent étant moins fuſible que le fer, recevoir encore plus difficilement la chaleur.

De même, lorſque je dis que le mercure eſt le plus

fluide de tous les corps, je n'entends que les corps ſur leſquels on peut faire des expériences exactes, car, je n'ignore pas, puiſque tout le monde le ſait, que l'air ne ſoit encore beaucoup plus fluide que le mercure; & en cela même la loi que j'ai donnée ſur le progrès de la chaleur eſt encore confirmée; car, l'air s'échauffe & ſe refroidit, pour ainſi dire, en un inſtant, il ſe condenſe par le froid, & ſe dilate par la chaleur plus qu'aucun autre corps, & néanmoins le froid le plus exceſſif ne le condenſe pas aſſez pour lui faire perdre ſa fluidité, tandis que le mercure perd la ſienne à 187 degrés de froid au-deſſous de la congélation de l'eau, & pourroit la perdre à un degré de froid beaucoup moindre ſi on le réduiſoit en vapeur. Il ſubſiſte donc encore un peu de chaleur au-deſſous de ce froid exceſſif de 187 degrés, & par conſéquent le degré de la congélation de l'eau, que tous les conſtructeurs de thermomètres ont regardé comme la limite de la chaleur, & comme un terme où l'on doit la ſuppoſer égale à zéro, eſt au contraire un degré réel de l'échelle de la chaleur, degré où non-ſeulement la quantité de chaleur ſubſiſtante n'eſt pas nulle, mais où cette quantité de chaleur eſt très-conſidérable, puiſque c'eſt à peu-près le point milieu entre le degré de la congélation du mercure & celui de la chaleur néceſſaire pour fondre le biſmuth, qui eſt de 190 degrés, lequel ne diffère guère de 187 au-deſſus du terme de la glace, que comme l'autre en diffère au-deſſous.

Je regarde donc la chaleur comme une matière réelle

qui doit avoir ſon poids, comme toute autre matière, & j'ai dit en conſéquence que pour reconnoître ſi le feu a une peſanteur ſenſible, il faudroit faire l'expérience ſur des grandes maſſes pénétrées de feu, & les peſer dans cet état, & qu'on trouveroit peut-être une différence aſſez ſenſible pour qu'on en pût conclure la peſanteur du feu ou de la chaleur qui m'en paroît être la ſubſtance la plus matérielle: la lumière & la chaleur, ſont les deux élémens matériels du feu, ces deux élémens réunis ne ſont que le feu même, & ces deux matières nous affectent chacune ſous leur forme propre, c'eſt-à-dire, d'une manière différente. Or comme il n'exiſte aucune forme ſans matière, il eſt clair que quelque ſubtile qu'on ſuppoſe la ſubſtance de la lumière, de la chaleur ou du feu, elle eſt ſujette comme toute autre matière à la loi générale de l'attraction univerſelle: car, comme nous l'avons dit, quoique la lumiere ſoit douée d'un reſſort preſque parfait, & que par conſéquent ſes parties tendent avec une force preſque infinie à s'éloigner des corps qui la produiſent; nous avons démontré que cette force expanſive ne détruit pas celle de la peſanteur; on le voit par l'exemple de l'air qui eſt très-élaſtique, & dont les parties tendent avec force à s'éloigner les unes des autres, qui ne laiſſe pas d'être peſant; ainſi la force par laquelle les parties de l'air ou du feu tendent à s'éloigner & s'éloignent en effet les unes des autres, ne fait que diminuer la maſſe, c'eſt-à-dire, la denſité de ces matières, & leur peſanteur ſera toujours proportionnelle à cette denſité: ſi donc l'on vient à bout de reconnoître

la peſanteur du feu par l'expérience de la balance, on pourra peut-être quelque jour en déduire la denſité de cet élément, & raiſonner enſuite ſur la peſanteur & l'élaſticité du feu, avec autant de fondement que ſur la peſanteur & l'élaſticité de l'air.

J'avoue que cette expérience qui ne peut être faite qu'en grand, paroît d'abord aſſez difficile, parce qu'une forte balance, & telle qu'il la faudroit pour ſupporter pluſieurs milliers, ne pourroit être aſſez ſenſible pour indiquer une petite différence qui ne ſeroit que de quelques gros. Il y a ici, comme en tout, un *maximum* de préciſion, qui probablement ne ſe trouve ni dans la plus petite, ni dans la plus grande balance poſſible. Par exemple, je crois que ſi dans une balance avec laquelle on peut peſer une livre, l'on arrive à un point de préciſion d'un douzième de grain, il n'eſt pas ſûr qu'on pût faire une balance pour peſer dix milliers, qui pencheroit auſſi ſenſiblement pour 1 once, 3 gros, 41 grains, ce qui eſt la différence proportionnelle de 1 à 10000, ou qu'au contraire, ſi cette groſſe balance indiquoit clairement cette différence, la petite balance n'indiqueroit pas également bien celle d'un douzième de grain; & que par conſéquent nous ignorons quelle doit être pour un poids donné la balance la plus exacte.

Les perſonnes qui s'occupent de phyſique expérimentale, devroient faire la recherche de ce problème, dont la ſolution qu'on ne peut obtenir que par l'expérience, donneroit le *maximum* de préciſion de toutes les balances.

L'un

L'un des plus grands moyens d'avancer les Sciences, c'est d'en perfectionner les instrumens. Nos balances le sont assez pour peser l'air, avec un degré de perfection de plus on viendroit à bout de peser le feu & même la chaleur.

Les boulets rouges de quatre pouces & demi & de cinq pouces de diamètre, que j'avois laissé refroidir dans ma balance *(b)*, avoient perdu sept, huit & dix grains chacun en se refroidissant; mais plusieurs raisons m'ont empêché de regarder cette petite diminution comme la quantité réelle du poids de la chaleur. Car, 1.° le fer, comme on l'a vu par le résultat de mes expériences, est une matière que le feu dévore, puisqu'il la rend spécifiquement plus légère, ainsi l'on peut attribuer cette diminution de poids à l'évaporation des parties du fer enlevées par le feu. 2.° Le fer jette des étincelles en grande quantité lorsqu'il est rougi à blanc, il en jette encore quelques-unes lorsqu'il n'est que rouge, & ces étincelles sont des parties de matières dont il faut défalquer le poids de celui de la diminution totale; & comme il n'est pas possible de recueillir toutes ces étincelles, ni d'en connoître le poids, il n'est pas possible non plus de savoir combien cette perte diminue la pesanteur des boulets. 3.° Je me suis aperçu que le fer demeure rouge & jette de petites étincelles bien plus long-temps qu'on ne l'imagine, car quoiqu'au grand jour il perde sa lumière & paroisse noir au bout de quelques minutes, si on le transporte dans un lieu obscur, on le

(b) Voyez les expériences du premier Mémoire, *tome II, page 145 & suiv.*

voit lumineux, & on aperçoit les petites étincelles qu'il continue de lancer pendant quelques autres minutes. 4.° Enfin les expériences ſur les boulets me laiſſoient quelque ſcrupule, parce que la balance dont je me ſervois alors, quoique bonne, ne me paroiſſoit pas aſſez préciſe pour ſaiſir au juſte le poids réel d'une matière auſſi légère que le feu. Ayant donc fait conſtruire une balance capable de porter aiſément cinquante livres de chaque côté, à l'exécution de laquelle M. le Roy, de l'Académie des Sciences, a bien voulu, à ma prière, donner toute l'attention néceſſaire, j'ai eu la ſatisfaction de reconnoître à peu-près la peſanteur relative du feu. Cette balance chargée de cinquante livres de chaque côté, penchoit aſſez ſenſiblement par l'addition de vingt-quatre grains; & chargée de vingt-cinq livres, elle penchoit par l'addition de huit grains ſeulement.

Pour rendre cette balance plus ou moins ſenſible, M. le Roy a fait viſſer ſur l'aiguille une maſſe de plomb, qui, s'élevant & s'abaiſſant, change le centre de gravité; de ſorte qu'on peut augmenter de près de moitié la ſenſibilité de la balance. Mais par le grand nombre d'expériences que j'ai faites de cette balance & de quelques autres, j'ai reconnu qu'en général, plus une balance eſt ſenſible & moins elle eſt *ſage;* les caprices, tant au phyſique qu'au moral, ſemblent être des attributs inſéparables de la grande ſenſibilité. Les balances très-ſenſibles ſont ſi capricieuſes, qu'elles ne parlent jamais de la même façon. Aujourd'hui elles vous indiquent le poids à un millième près, & demain

elles ne le donnent qu'à une moitié, c'eſt-à-dire, à un cinq-centième près, au lieu d'un millième. Une balance moins ſenſible eſt plus conſtante, plus fidèle ; & tout conſidéré, il vaut mieux pour l'uſage froid qu'on fait d'une balance, la choiſir ſage, que de la prendre ou la rendre trop ſenſible.

Pour peſer exactement des maſſes pénétrées de feu, j'ai commencé par faire garnir de tôle les baſſins de cuivre & les chaînes de la balance, afin de ne les pas endommager, & après en avoir bien établi l'équilibre à ſon moindre degré de ſenſibilité, j'ai fait porter ſur l'un des baſſins, une maſſe de fer rougi à blanc, qui provenoit de la ſeconde chaude qu'on donne à l'affinerie après avoir battu au marteau la loupe qu'on appelle *Renard;* je fais cette remarque, parce que mon fer, dès cette ſeconde chaude, ne donne preſque plus de flamme, & ne paroit pas ſe conſumer comme il ſe conſume & brûle à la première chaude, & que quoiqu'il ſoit blanc de feu, il ne jette qu'un petit nombre d'étincelles avant d'être mis ſous le marteau.

I.

UNE maſſe de fer rougi à blanc, s'eſt trouvée peſer précisément 49 livres 9 onces : l'ayant enlevée doucement du baſſin de la balance & poſée ſur une pièce d'autre fer, où on la laiſſoit refroidir ſans la toucher, elle s'eſt trouvée, après ſon refroidiſſement, au degré de la température de l'air, qui étoit alors celui de la congélation,

ne peſer que 49 livres 7 onces juſte, ainſi elle a perdu 2 onces pendant ſon refroidiſſement; on obſervera qu'elle ne jetoit aucune étincelle, aucune vapeur aſſez ſenſible pour ne devoir pas être regardée comme la pure émanation du feu. Ainſi l'on pourroit croire que la quantité de feu contenue dans cette maſſe de 49 livres 9 onces, étant de 2 onces, elle formoit environ $\frac{1}{396}$ ou $\frac{1}{397}$ du poids de la maſſe totale. On a remis enſuite cette maſſe refroidie au feu de l'affinerie, & l'ayant fait chauffer à blanc comme la première fois, & porter au marteau, elle s'eſt trouvée après avoir été mallée & refroidie, ne peſer que 47 livres 12 onces 3 gros: ainſi le déchet de cette chaude, tant au feu qu'au marteau, étoit de 1 livre 10 onces 5 gros; & ayant fait donner une ſeconde & une troiſième chaude à cette pièce pour achever la barre, elle ne peſoit plus que 43 livres 7 onces 7 gros; ainſi ſon déchet total, tant par l'évaporation du feu, que par la purification du fer à l'affinerie & ſous le marteau, s'eſt trouvé de 6 livres 1 once 1 gros, ſur 49 livres 9 onces, ce qui ne va pas tout-à-fait au huitième.

Une ſeconde pièce de fer, priſe de même au ſortir de l'affinerie à la première chaude & peſée rouge-blanc, s'eſt trouvée du poids de 38 livres 15 onces 5 gros 36 grains, & enſuite peſée froide, de 38 livres 14 onces 36 grains; ainſi elle a perdu 1 once 5 gros en ſe refroidiſſant, ce qui fait environ $\frac{1}{384}$ du poids total de ſa maſſe.

Une troiſième pièce de fer, priſe de même au ſortir du feu de l'affinerie, après la première chaude, & peſée

rouge-blanc, s'eſt trouvée du poids de 45 livres 12 onces 6 gros, & peſée froide, de 45 livres 11 onces 2 gros; ainſi elle a perdu 1 once 4 gros en ſe refroidiſſant, ce qui fait environ $\frac{1}{489}$ de ſon poids total.

Une quatrième pièce de fer, priſe de même après la première chaude & peſée rouge-blanc, s'eſt trouvée du poids de 48 livres 11 onces 6 gros, & peſée après ſon refroidiſſement, de 48 livres 10 onces juſte; ainſi elle a perdu en ſe refroidiſſant 14 gros, ce qui fait environ $\frac{1}{447}$ du poids de ſa maſſe totale.

Enfin une cinquième pièce de fer, priſe de même après la première chaude & peſée rouge-blanc, s'eſt trouvée du poids de 49 livres 11 onces, & peſée après ſon refroidiſſement de 49 livres 9 onces 1 gros; ainſi elle a perdu en ſe refroidiſſant 15 gros, ce qui fait $\frac{1}{424}$ du poids total de ſa maſſe.

En réuniſſant les réſultats des cinq expériences pour en prendre la meſure commune, on peut aſſurer que le fer chauffé à blanc, & qui n'a reçu que deux volées de coups de marteau, perd en ſe refroidiſſant $\frac{1}{428}$ de ſa maſſe.

I I.

Une pièce de fer qui avoit reçu quatre volées de coups de marteau, & par conſéquent toutes les chaudes néceſſaires pour être entièrement & parfaitement forgée, & qui peſoit 14 livres 4 gros, ayant été chauffée à blanc, ne peſoit plus que 13 livres 12 onces dans cet état d'incandeſcence,

& 13 livres 11 onces 4 gros après ſon entier refroidiſſement. D'ou l'on peut conclure que la quantité de feu dont cette pièce de fer étoit pénétrée, faiſoit $\frac{1}{440}$ de ſon poids total.

Une ſeconde pièce de fer entièrement forgée & de même qualité que la précédente, peſoit froide 13 livres 7 onces 6 gros, chauffée à blanc 13 livres 6 onces 7 gros, & refroidie 13 livres 6 onces 3 gros; ce qui donne $\frac{1}{430}$ à très-peu près dont elle a diminué en ſe refroidiſſant.

Une troiſième pièce de fer forgée de même que les précédentes, peſoit froide 13 livres 1 gros, & chauffée au dernier degré, en ſorte qu'elle étoit non-ſeulement blanche, mais bouillonnante & petillante de feu, s'eſt trouvée peſer 12 livres 9 onces 7 gros dans cet état d'incandeſcence; & refroidie à la température actuelle, qui étoit de 16 degrés au-deſſus de la congélation, elle ne peſoit plus que 12 livres 9 onces 3 gros, ce qui donne $\frac{1}{404}$ à très-peu près pour la quantité qu'elle a perdue en ſe refroidiſſant.

Prenant le terme moyen des réſultats de ces trois expériences, on peut aſſurer que le fer parfaitement forgé & de la meilleure qualité, chauffé à blanc, perd en ſe refroidiſſant environ $\frac{1}{425}$ de ſa maſſe.

III.

Un morceau de fer en gueuſe, peſé très-rouge, environ 20 minutes après ſa coulée, s'eſt trouvé du poids de 33 livres 10 onces, & lorſqu'il a été refroidi,

il ne pesoit plus que 33 livres 9 onces; ainsi il a perdu 1 once, c'est-à-dire $\frac{1}{538}$ de son poids ou masse totale en se refroidissant.

Un second morceau de fonte pris de même très-rouge, pesoit 22 livres 8 onces 3 gros, & lorsqu'il a été refroidi il ne pesoit plus que 22 livres 7 onces 5 gros, ce qui donne $\frac{1}{480}$ pour la quantité qu'il a perdue en se refroidissant.

Un troisième morceau de fonte qui pesoit chaud 16 livres 6 onces 3 gros $\frac{1}{2}$, ne pesoit que 16 livres 5 onces 7 gros $\frac{1}{2}$ lorsqu'il fut refroidi, ce qui donne $\frac{1}{525}$ pour la quantité qu'il a perdue en se refroidissant.

Prenant le terme moyen des résultats de ces trois expériences sur la fonte pesée chaude couleur de cerise, on peut assurer qu'elle perd en se refroidissant environ $\frac{1}{514}$ de sa masse, ce qui fait une moindre diminution que celle du fer forgé; mais la raison en est, que le fer forgé a été chauffé à blanc dans toutes nos expériences, au lieu que la fonte n'étoit que d'un rouge couleur de cerise lorsqu'on l'a pesée, & que par conséquent elle n'étoit pas pénétrée d'autant de feu que le fer, car on observera qu'on ne peut chauffer à blanc la fonte de fer sans l'enflammer & la brûler en partie; en sorte que je me suis déterminé à la faire peser seulement rouge & au moment où elle vient de prendre sa consistance dans le moule, au sortir du fourneau de fusion.

IV.

On a pris sur la dame du fourneau, des morceaux du

laitier le plus pur, & qui formoit du très-beau verre de couleur verdâtre.

Le premier morceau peſoit chaud 6 livres 14 onces 2 gros $\frac{1}{2}$, & refroidi il ne peſoit que 6 livres 14 onces 1 gros, ce qui donne $\frac{1}{588}$ pour la quantité qu'il a perdue en ſe refroidiſſant.

Un ſecond morceau de laitier, ſemblable au précédent, a peſé chaud 5 livres 8 onces 6 gros $\frac{1}{4}$, & refroidi 5 livres 8 onces 5 gros, ce qui donne $\frac{1}{568}$ pour la quantité dont il a diminué en ſe refroidiſſant.

Un troiſième morceau pris de même ſur la dame du fourneau, mais un peu moins ardent que le précédent, a peſé chaud 4 livres 7 onces 4 gros $\frac{1}{2}$, & refroidi 4 livres 7 onces 3 gros $\frac{1}{2}$, ce qui donne $\frac{1}{572}$ pour la quantité dont il a diminué en ſe refroidiſſant.

Un quatrième morceau de laitier qui étoit de verre ſolide & pur, & qui peſoit froid 2 livres 14 onces 1 gros, ayant été chauffé juſqu'au rouge, couleur de feu, s'eſt trouvé peſer 2 livres 14 onces 1 gros $\frac{2}{3}$; enſuite, après ſon refroidiſſement il a peſé comme avant d'avoir été chauffé, 2 livres 14 onces un gros juſte, ce qui donne $\frac{1}{553\frac{1}{2}}$ pour le poids de la quantité de feu dont il étoit pénétré.

Prenant le terme des réſultats de ces quatre expériences ſur le verre, peſé chaud couleur de feu, on peut aſſurer qu'il perd en ſe refroidiſſant $\frac{1}{570}$, ce qui me paroît être le vrai poids du feu, relativement au poids total des matières qui en ſont pénétrées, car ce verre ou laitier ne ſe brûle,

ni ne

ni ne ſe conſume au feu ; il ne perd rien de ſon poids, & ſe trouve ſeulement peſer $\frac{1}{570}$ de plus lorſqu'il eſt pénétré de feu.

V.

J'AI tenté pluſieurs expériences ſemblables ſur le grès, mais elles n'ont pas ſi bien réuſſi. La plupart des eſpèces de grès s'égrénant au feu, on ne peut les chauffer qu'à demi, & ceux qui ſont aſſez durs & d'une aſſez bonne qualité pour ſupporter, ſans s'égréner, un feu violent, ſe couvrent d'émail ; il y a d'ailleurs dans preſque tous, des eſpèces de clous noirs & ferrugineux qui brûlent dans l'opération. Le ſeul fait certain que j'ai pu tirer de ſept expériences ſur différens morceaux de grès dur, c'eſt qu'il ne gagne rien au feu, & qu'il n'y perd que très-peu. J'avois déjà trouvé la même choſe par les expériences rapportées dans le premier Mémoire.

De toutes ces expériences, je crois qu'on doit conclure:

1.° Que le feu a, comme toute autre matière, une peſanteur réelle, dont on peut connoître le rapport à la balance dans les ſubſtances qui, comme le verre, ne peuvent être altérées par ſon action, & dans leſquelles il ne fait, pour ainſi dire, que paſſer, ſans y rien laiſſer & ſans en rien enlever.

2.° Que la quantité de feu néceſſaire pour rougir une maſſe quelconque, & lui donner ſa couleur & ſa chaleur, pèſe $\frac{1}{570}$, ou ſi l'on veut une ſix-centième partie de cette maſſe; en ſorte que ſi elle pèſe froide 600 livres, elle

pèſera chaude 601 livres lorſqu'elle ſera rouge couleur de ſeu.

3.° Que dans les matières qui, comme le fer, ſont ſuſceptibles d'un plus grand degré de feu, & peuvent être chauffées à blanc ſans ſe fondre, la quantité de feu dont elles ſont alors pénétrées, eſt environ d'un ſixième plus grande; en ſorte que ſur 500 livres de fer, il ſe trouve une livre de feu, nous avons même trouvé plus par les expériences précédentes, puiſque leur réſultat commun donne $\frac{1}{425}$; mais il faut obſerver que le fer, ainſi que toutes les ſubſtances métalliques, ſe conſume un peu en ſe refroidiſſant, & qu'il diminue toutes les fois qu'on y applique le feu; cette différence entre $\frac{1}{500}$ & $\frac{1}{425}$, provient donc de cette diminution; le fer qui perd une quantité très-ſenſible dans le feu, continue à perdre un peu tant qu'il en eſt pénétré, & par conſéquent ſa maſſe totale ſe trouve plus diminuée que celle du verre que le feu ne peut conſumer, ni brûler, ni volatiliſer.

Je viens de dire qu'il en eſt de toutes les ſubſtances métalliques comme du fer, c'eſt-à-dire, que toutes perdent quelque choſe par la longue ou la violente action du feu, & je puis le prouver par des expériences inconteſtables ſur l'or & ſur l'argent, qui, de tous les métaux, ſont les plus fixes & les moins ſujets à être altérés par le feu. J'ai expoſé au foyer du miroir ardent des plaques d'argent pur, & des morceaux d'or auſſi pur, je les ai vu fumer abondamment & pendant un très-long temps; il n'eſt donc pas douteux que ces métaux ne perdent

quelque chose de leur substance par l'application du feu ; & j'ai été informé depuis, que cette matière qui s'échappe de ces métaux & s'élève en fumée, n'est autre chose que le métal même volatilisé, puisqu'on peut dorer ou argenter à cette fumée métallique les corps qui la reçoivent.

Le feu, sur-tout appliqué long-temps, volatilise donc peu-à-peu ces métaux qu'il semble ne pouvoir ni brûler, ni détruire d'aucune autre manière, & en les volatilisant il n'en change pas la nature, puisque cette fumée qui s'en échappe est encore du métal qui conserve toutes ses propriétés. Or il ne faut pas un feu bien violent pour produire cette fumée métallique ; elle paroît à un degré de chaleur au-dessous de celui qui est nécessaire pour la fusion de ces métaux ; c'est de cette même manière que l'or & l'argent se sont sublimés dans le sein de la Terre, ils ont d'abord été fondus par la chaleur excessive du premier état du globe, où tout étoit en liquéfaction ; & ensuite la chaleur moins forte, mais constante, de l'intérieur de la Terre les a volatilisés, & a poussé ces fumées métalliques jusqu'au sommet des plus hautes montagnes, où elles se sont accumulées en grains ou attachées en vapeurs aux sables & aux autres matières dans lesquelles on les trouve aujourd'hui. Les paillettes d'or que l'eau roule avec les sables, tirent leur origine, soit des masses d'or fondues par le feu primitif, soit des surfaces dorées par cette sublimation, desquelles l'action de l'air & de l'eau les détachent & les séparent.

Mais revenons à l'objet immédiat de nos expériences, il me paroît qu'elles ne laiſſent aucun doute ſur la peſanteur réelle du feu, & qu'on peut aſſurer en conſéquence de leurs réſultats, que toute matière ſolide pénétrée de cet élément, autant qu'elle peut l'être par l'application que nous ſavons en faire, eſt au moins d'une ſix-centième partie plus peſante que dans l'état de la température actuelle, & qu'il faut une livre de matière ignée pour donner à 600 livres de toute autre matière l'état d'incandeſcence juſqu'au rouge couleur de feu, & environ une livre ſur 500, pour que l'incandeſcence ſoit juſqu'au blanc ou juſqu'à la fuſion; en ſorte que le fer chauffé à blanc ou le verre en fuſion, contiennent dans cet état $\frac{1}{500}$ de matière ignée dont leur propre ſubſtance eſt pénétrée.

Mais cette grande vérité qui paroîtra nouvelle aux Phyſiciens, & de laquelle on pourra tirer des conſéquences utiles, ne nous apprend pas encore ce qu'il ſeroit cependant le plus important de ſavoir, je veux dire le rapport de la peſanteur du feu à la peſanteur de l'air ou de la matière ignée à celle des autres matières. Cette recherche ſuppoſe de nouvelles découvertes auxquelles je ne ſuis pas parvenu, & dont je n'ai donné que quelques indications dans mon Traité des Élémens. Car, quoique nous ſachions par mes expériences, qu'il faut une cinq-centième partie de matière ignée pour donner à toute autre matière l'état de la plus forte incandeſcence; nous ne ſavons pas à quel point cette matière ignée y eſt condenſée, comprimée, ni même accumulée, parce que

nous n'avons jamais pu la ſaiſir dans un état conſtant pour la peſer ou la meſurer; en ſorte que nous n'avons point d'unité à laquelle nous puiſſions rapporter la meſure de l'état d'incandeſcence. Tout ce que j'ai donc pu faire à la ſuite de mes expériences, c'eſt de rechercher combien il falloit conſommer de matière combuſtible pour faire entrer dans une maſſe de matière ſolide cette quantité de matière ignée, qui eſt la cinq-centième partie de la maſſe en incandeſcence, & j'ai trouvé par des eſſais réitérés, qu'il falloit brûler 300 livres de charbon au vent de deux ſoufflets de dix pieds de longueur, pour chauffer à blanc une pièce de fonte de fer de 500 livres peſant. Mais comment meſurer, ni même eſtimer à peu-près la quantité totale de feu, produite par ces 300 livres de matière combuſtible ? comment pouvoir comparer la quantité de feu qui ſe perd dans les airs, avec celle qui s'attache à la pièce de fer, & qui pénètre dans toutes les parties de ſa ſubſtance ? il faudroit pour cela bien d'autres expériences, ou plutôt il faut un art nouveau dans lequel je n'ai pu faire que les premiers pas.

V I.

J'AI fait quelques expériences pour reconnoître combien il faut de temps aux matières qui ſont en fuſion pour prendre leur conſiſtance, & paſſer de l'état de fluidité à celui de la ſolidité ; combien de temps il faut pour que la ſurface prenne ſa conſiſtance ; combien il en faut de

plus pour produire cette même consistance à l'intérieur, & savoir par conséquent combien le centre d'un globe, dont la surface seroit consistante & même refroidie à un certain point, pourroit néanmoins être de temps dans l'état de liquéfaction : voici ces expériences.

SUR LE FER.

N.° 1. Le 29 juillet à 5 heures 43 minutes, moment auquel la fonte de fer a cessé de couler, on a observé que la gueuse a pris de la consistance sur sa face supérieure en 3 minutes à sa tête, c'est-à-dire, à la partie la plus éloignée du fourneau, & en 5 minutes à sa queue, c'est-à-dire, à la partie la plus voisine du fourneau; l'ayant alors fait soulever du moule & casser en cinq endroits, on n'a vu aucune marque de fusibilité intérieure dans les quatre premiers morceaux; seulement dans le morceau cassé le plus près du fourneau, la matière s'est trouvée intérieurement molle, & quelques parties se sont attachées au bout d'un petit ringard, à 5 heures 55 minutes, c'est-à-dire, 12 minutes après la fin de la coulée; on a conservé ce morceau numéroté ainsi que les suivans.

N.° 2. Le lendemain 30 juillet, on a coulé une autre gueuse à 8 heures 1 minute, & à 8 heures 4 minutes, c'est-à-dire, 3 minutes après, la surface de sa tête étoit consolidée; & en ayant fait casser deux morceaux, il est sorti de leur intérieur une petite quantité de fonte coulante; à 8 heures 7 minutes il y avoit encore dans l'intérieur des

marques évidentes de fuſion, en ſorte que la ſurface a pris conſiſtance en 3 minutes, & l'intérieur ne l'avoit pas encore priſe en 6 minutes.

N.° 3. Le 31 juillet, la gueuſe a ceſſé de couler à midi 35 minutes, ſa ſurface dans la partie du milieu avoit pris ſa conſiſtance à 39 minutes, c'eſt-à-dire, en 4 minutes, & l'ayant caſſée dans cet endroit à midi 44 minutes, il s'en eſt écoulé une grande quantité de fonte encore en fuſion; on avoit remarqué que la fonte de cette gueuſe étoit plus liquide que celle du numéro précédent, & on a conſervé un morceau caſſé, dans lequel l'écoulement de la matière intérieure a laiſſé une cavité profonde de 26 pouces dans l'intérieur de la gueuſe. Ainſi la ſurface ayant pris en 4 minutes ſa conſiſtance ſolide, l'intérieur étoit encore en grande liquéfaction après 8 minutes $\frac{1}{2}$.

N.° 4. Le 2 août à 4 heures 47 minutes, la gueuſe qu'on a coulée, s'eſt trouvée d'une fonte très-épaiſſe, auſſi ſa ſurface dans le milieu a pris ſa conſiſtance en 3 minutes; & 1 minute $\frac{1}{2}$ après, lorſqu'on l'a caſſée, toute la fonte de l'intérieur s'eſt écoulée, & n'a laiſſé qu'un tuyau de 6 lignes d'épaiſſeur ſous la face ſupérieure, & d'un pouce environ d'épaiſſeur aux autres faces.

N.° 5. Le 3 août dans une gueuſe de fonte très-liquide, on a caſſé trois morceaux d'environ 2 pieds $\frac{1}{2}$ de long, à commencer du côté de la tête de la gueuſe, c'eſt-à-dire, dans la partie la plus froide du moule & la plus éloignée du fourneau, & l'on a reconnu, comme il étoit naturel de s'y attendre, que la partie intérieure de la gueuſe étoit

moins consistante à mesure qu'on approchoit du fourneau, & que la cavité intérieure, produite par l'écoulement de la fonte encore liquide, étoit à peu-près en raison inverse de la distance au fourneau. Deux causes évidentes concourent à produire cet effet; le moule de la gueuse formé par les sables, est d'autant plus échauffé qu'il est plus près du fourneau, & en second lieu il reçoit d'autant plus de chaleur, qu'il y passe une plus grande quantité de fonte. Or la totalité de la fonte qui constitue la gueuse, passe dans la partie du moule où se forme sa queue, auprès de l'ouverture de la coulée, tandis que la tête de la gueuse n'est formée que de l'excédant qui a parcouru le moule entier, & s'est déjà refroidi avant d'arriver dans cette partie la plus éloignée du fourneau, la plus froide de toutes, & qui n'est échauffée que par la seule matière qu'elle contient. Aussi des trois morceaux pris à la tête de cette gueuse, la surface du premier, c'est-à-dire, du plus éloigné du fourneau, a pris sa consistance en 1 minute $\frac{1}{2}$, mais tout l'intérieur a coulé au bout de 3 minutes $\frac{1}{2}$. La surface du second, a de même pris sa consistance en 1 minute $\frac{1}{2}$, & l'intérieur couloit de même au bout de 3 minutes $\frac{1}{2}$; enfin la surface du troisième morceau, qui étoit le plus loin de la tête & qui approchoit du milieu de la gueuse, a pris sa consistance en 1 minute $\frac{3}{4}$, & l'intérieur couloit encore très-abondamment au bout de 4 minutes.

Je dois observer que toutes ces gueuses étoient triangulaires, & que leur face supérieure, qui étoit la plus grande, avoit environ 6 pouces $\frac{1}{2}$ de largeur. Cette face

supérieure

ſupérieure qui eſt expoſée à l'action de l'air ſe conſolide néanmoins plus lentement que les deux faces qui ſont dans le ſillon où la matière a coulé ; l'humidité des ſables qui forment cette eſpèce de moule refroidit & conſolide la fonte plus promptement que l'air, car dans tous les morceaux que j'ai fait caſſer, les cavités formées par l'écoulement de la fonte encore liquide, étoient bien plus voiſines de la face ſupérieure que des deux autres faces.

Ayant examiné tous ces morceaux après leur refroidiſſement, j'ai trouvé 1.° que les morceaux du *n.° 4* ne s'étoient conſolidés que de 6 lignes d'épaiſſeur ſous la face ſupérieure ; 2.° que ceux du *n.° 5* ſe ſont conſolidés de 9 lignes d'épaiſſeur ſous cette même face ſupérieure ; 3.° que les morceaux du *n.° 2* s'étoient conſolidés d'un pouce d'épaiſſeur ſous cette même face ; 4.° que les morceaux du *n.° 3* s'étoient conſolidés d'un pouce & demi d'épaiſſeur ſous la même face ; & enfin que les morceaux du *n.° 1* s'étoient conſolidés juſqu'à 2 pouces 3 lignes ſous cette même face ſupérieure.

Les épaiſſeurs conſolidées ſont donc 6, 9, 12, 18, 27 lignes, & les temps employés à cette conſolidation ſont $1\frac{1}{2}$, 2 ou $2\frac{1}{2}$, 3, $4\frac{1}{2}$, 7 minutes. Ce qui fait à très-peu près le quart numérique des épaiſſeurs. Ainſi les temps néceſſaires pour conſolider le métal fluide, ſont préciſément en même raiſon que celle de leur épaiſſeur. En ſorte que ſi nous ſuppoſons un globe iſolé de toutes parts, dont la ſurface aura pris ſa conſiſtance en un temps

donné, par exemple, en 3 minutes, il faudra 1 minute $\frac{1}{2}$ de plus pour le consolider à 6 lignes de profondeur, 2 minutes $\frac{1}{4}$ pour le consolider à 9 lignes, 3 minutes pour le consolider à 12 lignes, 4 minutes pour le consolider à 18 lignes, & 7 minutes pour le consolider à 27 ou 28 lignes de profondeur; & par conséquent 36 minutes pour le consolider à 10 pieds de profondeur, &c.

SUR LE VERRE.

AYANT fait couler du laitier dans des moules très-voisins du fourneau, à environ 2 pieds de l'ouverture de la coulée, j'ai reconnu par plusieurs essais que la surface de ces morceaux de laitier, prend sa consistance en moins de temps que la fonte de fer, & que l'intérieur se consolidoit aussi beaucoup plus vîte, mais je n'ai pu déterminer, comme je l'ai fait sur le fer, les temps nécessaires pour consolider l'intérieur du verre à différentes épaisseurs; je ne sais même si l'on en viendroit à bout, dans un fourneau de verrerie, où l'on auroit le verre en masses fort épaisses; tout ce que je puis assurer, c'est que la consolidation du verre, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur, est à peu-près une fois plus prompte que celle de la fonte du fer. Et en même temps que le premier coup de l'air condense la surface du verre liquide, & lui donne une sorte de consistance solide, il la divise & la fêle en une infinité de petites parties, en sorte que le verre saisi par l'air frais ne prend pas une solidité réelle, & qu'il se brise au moindre choc; au lieu qu'en le laissant recuire dans un

four très-chaud, il acquiert peu-à-peu la ſolidité que nous lui connoiſſons. Il paroît donc bien difficile de déterminer par l'expérience, les rapports du temps qu'il faut pour conſolider le verre à différentes épaiſſeurs au-deſſous de ſa ſurface. Je crois ſeulement qu'on peut, ſans ſe tromper, prendre le même rapport pour la conſolidation que celui du refroidiſſement du verre au refroidiſſement du fer, lequel rapport eſt de 132 à 236 par les expériences du ſecond Mémoire *(tome II, page 225)*.

V I I.

Ayant déterminé, par les expériences précédentes, les temps néceſſaires pour la conſolidation du fer en fuſion, tant à ſa ſurface qu'aux différentes profondeurs de ſon intérieur, j'ai cherché à reconnoître, par des obſervations exactes, quelle étoit la durée de l'incandeſcence dans cette même matière.

1. Un renard, c'eſt-à-dire, une loupe détachée de la gueuſe par le feu de la chaufferie & prête à être portée ſous le marteau, a été miſe dans un lieu dont l'obſcurité étoit égale à celle de la nuit quand le ciel eſt couvert; cette loupe qui étoit fort enflammée, n'a ceſſé de donner de la flamme qu'au bout de 24 minutes; d'abord la flamme étoit blanche, enſuite rouge & bleuâtre ſur la fin; elle ne paroiſſoit plus alors qu'à la partie inférieure de la loupe qui touchoit la terre, & ne ſe montroit que par ondulations ou par repriſes, comme celles d'une chandelle qui s'éteint; ainſi la première incandeſcence accompagnée

de flamme a duré 24 minutes; enſuite la loupe qui étoit encore bien rouge, a perdu cette couleur peu-à-peu & a ceſſé de paroître rouge au bout de 74 minutes, non compris les 24 premières, ce qui fait en tout 98 minutes; mais il n'y avoit que les ſurfaces ſupérieures & latérales qui avoient abſolument perdu leur couleur rouge, la ſurface inférieure qui touchoit à la terre, l'étoit encore auſſi-bien que l'intérieur de la loupe. Je commençai alors, c'eſt-à-dire au bout de 98 minutes, à laiſſer tomber quelques grains de poudre à tirer ſur la ſurface ſupérieure, ils s'enflammèrent avec exploſion. On continuoit de jeter de temps en temps de la poudre ſur la loupe, & ce ne fut qu'au bout de 42 minutes de plus, qu'elle ceſſa de faire exploſion; à 43, 44 & 45 minutes la poudre ſe fondoit & fuſoit ſans exploſion, en donnant ſeulement une petite flamme bleue. De-là je crus devoir conclure que l'incandeſcence à l'intérieur de la loupe n'avoit fini qu'alors, c'eſt-à-dire 42 minutes après celle de la ſurface, & qu'en tout elle avoit duré 140 minutes.

Cette loupe étoit de figure à peu-près ovale & aplatie ſur deux faces parallèles, ſon grand diamètre étoit de 13 pouces, & le petit de 8 pouces; elle avoit auſſi, à très-peu près, 8 pouces d'épaiſſeur par-tout, & elle peſoit 91 livres 4 onces après avoir été refroidie.

2. Un autre renard, mais plus petit que le premier, tout auſſi blanc de flamme & pétillant de feu, au lieu d'être porté ſous le marteau, a été mis dans le même lieu obſcur, où il n'a ceſſé de donner de la flamme qu'au

bout de 22 minutes ; enſuite il n'a perdu ſa couleur rouge qu'après 43 minutes, ce qui fait 65 minutes pour la durée des deux états d'incandeſcence à la ſurface, ſur laquelle ayant enſuite jeté des grains de poudre, ils n'ont ceſſé de s'enflammer avec exploſion qu'au bout de 40 minutes, ce qui fait en tout 105 minutes pour la durée de l'incandeſcence, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur.

Cette loupe étoit à peu-près circulaire, ſur 9 pouces de diamètre, & elle avoit environ 6 pouces d'épaiſſeur par-tout ; elle s'eſt trouvée du poids de 54 livres après ſon refroidiſſement.

J'ai obſervé que la flamme & la couleur rouge ſuivent la même marche dans leur dégradation ; elles commencent par diſparoître à la ſurface ſupérieure de la loupe, tandis qu'elles durent encore aux ſurfaces latérales, & continuent de paroître aſſez long-temps autour de la ſurface inférieure qui, étant conſtamment appliquée ſur la terre, ſe refroidit plus lentement que les autres ſurfaces qui ſont expoſées à l'air.

3. Un troiſième renard tiré du feu très-blanc, brûlant & pétillant d'étincelles & de flamme, ayant été porté dans cet état ſous le marteau, n'a conſervé cette incandeſcence enflammée que 6 minutes ; les coups précipités dont il a été frappé pendant ces 6 minutes, ayant comprimé la matière, en ont en même temps réprimé la flamme qui auroit ſubſiſté plus long-temps ſans cette opération, par laquelle on en a fait une pièce de fer de 12 pouces ½ de longueur, ſur quatre pouces en quarré,

qui s'eſt trouvée peſer 48 livres 4 onces après avoir été refroidie. Mais ayant mis auparavant cette pièce encore toute rouge dans le même lieu obſcur, elle n'a ceſſé de paroître rouge à ſa ſurface qu'au bout de 46 minutes, y compris les 6 premières. Ayant enſuite fait l'épreuve avec la poudre à tirer qui n'a ceſſé de s'enflammer avec exploſion que 26 minutes après les 46, il en réſulte que l'incandeſcence intérieure & totale a duré 72 minutes.

En comparant enſemble ces trois expériences, on peut conclure que la durée de l'incandeſcence totale eſt comme celle de la priſe de conſiſtance proportionnelle à l'épaiſſeur de la matière. Car la première loupe qui avoit 8 pouces d'épaiſſeur, a conſervé ſon incandeſcence pendant 140 minutes: la ſeconde qui avoit 6 pouces d'épaiſſeur, l'a conſervée pendant 105 minutes; & la troiſième qui n'avoit que 4 pouces, ne l'a conſervée que pendant 72 minutes. Or, 105 : 140 : : 6 : 8, & de même 72 : 140 à peu-près : : 4 : 8, en ſorte qu'il paroît y avoir même rapport entre les temps qu'entre les épaiſſeurs.

4. Pour m'aſſurer encore mieux de ce fait important, j'ai cru devoir répéter l'expérience ſur une loupe, priſe comme la précédente, au ſortir de la chaufferie. On l'a portée toute enflammée ſous le marteau, la flamme a ceſſé au bout de 6 minutes, & dans ce moment on a ceſſé de la battre; on l'a miſe tout de ſuite dans le même lieu obſcur, le rouge n'a ceſſé qu'au bout de 39 minutes, ce qui donne 45 minutes pour les deux états d'incandeſcence à la ſurface; enſuite la poudre n'a ceſſé

de s'enflammer avec explosion qu'au bout de 28 minutes, ainsi l'incandescence intérieure & totale a duré 73 minutes. Or cette pièce avoit comme la précédente 4 pouces juste d'épaisseur, sur deux faces en quarré, & 10 pouces $\frac{1}{4}$ de longueur; elle pesoit 39 livres 4 onces après avoir été refroidie.

Cette dernière expérience s'accorde si parfaitement avec celle qui la précède & avec les deux autres, qu'on ne peut pas douter qu'en général la durée de l'incandescence ne soit à très-peu près proportionnelle à l'épaisseur de la masse, & que par conséquent ce grand degré de feu ne suive la même loi que celle de la chaleur médiocre; en sorte que dans des globes de même matière, la chaleur ou le feu du plus haut degré, pendant tout le temps de l'incandescence, s'y conservent & y durent précisément en raison de leur diamètre. Cette vérité que je voulois acquérir & démontrer par le fait, semble nous indiquer que les causes cachées *(causæ latentes)* de Newton, desquelles j'ai parlé dans le premier de ces Mémoires, ne s'opposent que très-peu à la sortie du feu, puisqu'elle se fait de la même manière que si les corps étoient entièrement & parfaitement perméables, & que rien ne s'opposât à son issue. Cependant on seroit porté à croire que plus la même matière est comprimée, plus elle doit retenir de temps le feu; en sorte que la durée de l'incandescence devroit être alors en plus grande raison que celle des épaisseurs ou des diamètres. J'ai donc essayé de reconnoître cette différence par l'expérience suivante.

5. J'ai fait forger une maſſe cubique de fer, de 5 pouces 9 lignes de toutes faces ; elle a ſubi trois chaudes ſucceſſives, & l'ayant laiſſé refroidir, ſon poids s'eſt trouvé de 48 livres 9 onces. Après l'avoir peſée, on l'a miſe de nouveau au feu de l'affinerie, où elle n'a été chauffée que juſqu'au rouge couleur de feu, parce qu'alors elle commençoit à donner un peu de flamme, & qu'en la laiſſant au feu plus long-temps le fer auroit brûlé. De-là on l'a tranſportée tout de ſuite dans le même lieu obſcur, où j'ai vu qu'elle ne donnoit aucune flamme, néanmoins elle n'a ceſſé de paroître rouge qu'au bout de 52 minutes, & la poudre n'a ceſſé de s'enflammer à ſa ſurface avec exploſion que 43 minutes après ; ainſi l'incandeſcence totale a duré 95 minutes. On a peſé cette maſſe une ſeconde fois après ſon entier refroidiſſement, elle s'eſt trouvée peſer 48 livres 1 once ; ainſi elle avoit perdu au feu 8 onces de ſon poids, & elle en auroit perdu davantage, ſi on l'eût chauffée juſqu'au blanc.

En comparant cette expérience avec les autres, on voit que l'épaiſſeur de la maſſe étant de $5\frac{3}{4}$ pouces, l'incandeſcence totale a duré 95 minutes dans cette pièce de fer, comprimée autant qu'il eſt poſſible, & que dans les premières maſſes qui n'avoient point été comprimées par le marteau, l'épaiſſeur étant de 6 pouces, l'incandeſcence a duré 105 minutes, & l'épaiſſeur étant de 8 pouces, elle a duré 140 minutes. Or, 140 : 8 ou 105 : 6 : : 95 : $5\frac{9}{21}$, au lieu que l'expérience nous donne $5\frac{3}{4}$. Les cauſes cachées, dont la principale eſt la compreſſion de la matière,

& les

& les obſtacles qui en réſultent pour l'iſſue de la chaleur, ſemblent donc produire cette différence de 5 $\frac{3}{4}$ à 5 $\frac{9}{21}$, ce qui fait $\frac{27}{84}$ ou un peu plus d'un tiers ſur $\frac{15}{3}$, c'eſt-à-dire, environ $\frac{1}{16}$ ſur le tout. En ſorte que le fer bien battu, bien *ſué*, bien comprimé, ne perd ſon incandeſcence qu'en 17 de temps, tandis que le même fer qui n'a point été comprimé la perd en 16 du même temps. Et ceci paroît ſe confirmer par les expériences *3* & *4*, où les maſſes de fer ayant été comprimées par une ſeule volée de coups de marteau, n'ont perdu leur incandeſcence qu'au bout de 72 & 73 minutes, au lieu de 70 qu'a duré celle des loupes non comprimées, ce qui fait 2 $\frac{1}{2}$ ſur 70 ou $\frac{5}{140}$ ou $\frac{1}{28}$ de différence produite par cette première compreſſion. Ainſi l'on ne doit pas être étonné que la ſeconde & la troiſième compreſſion qu'a ſubi la maſſe de fer de la cinquième expérience qui a été battue par trois volées de coups de marteau, aient produit $\frac{1}{16}$ au lieu de $\frac{1}{28}$ de différence dans la durée de l'incandeſcence. On peut donc aſſurer en général que la plus forte compreſſion qu'on puiſſe donner à la matière pénétrée de feu autant qu'elle peut l'être, ne diminue que d'une ſeizième partie la durée de ſon incandeſcence, & que dans la matière qui ne reçoit point de compreſſion extérieure, cette durée eſt préciſément en même raiſon que ſon épaiſſeur.

Maintenant, pour appliquer au globe de la Terre le réſultat de ces expériences, nous conſidérerons qu'il n'a pu prendre ſa forme élevée ſous l'Equateur, & abaiſſée ſous les pôles, qu'en vertu de la force centrifuge

combinée avec celle de la pesanteur ; que par conséquent il a dû tourner sur son axe pendant un petit temps avant que sa surface ait pris sa consistance, & qu'ensuite la matière intérieure s'est consolidée dans les mêmes rapports de temps indiqués par nos expériences ; en sorte qu'en partant de la supposition d'un jour au moins pour le petit temps nécessaire à la prise de consistance à sa surface, & en admettant, comme nos expériences l'indiquent, un temps de 3 minutes pour en consolider la matière intérieure à un pouce de profondeur, il se trouvera 36 minutes pour un pied, 216 minutes pour une toise, 342 jours pour une lieue, & 490086 jours, ou environ 1342 ans pour qu'un globe de fonte de fer qui auroit, comme celui de la Terre, 1432 lieues ½ de demi-diamètre, eût pris sa consistance jusqu'au centre.

La supposition que je fais ici d'un jour de rotation, pour que le globe terrestre ait pu s'élever régulièrement sous l'Équateur, & s'abaisser sous les pôles avant que sa surface ne fût consolidée, me paroît plutôt trop foible que trop forte ; car il a peut-être fallu un grand nombre de révolutions de vingt-quatre heures chacune, sur son axe, pour que la matière fluide se soit solidement établie, & l'on voit bien que dans ce cas le temps nécessaire pour la prise de consistance de la matière au centre se trouvera plus grand. Pour le réduire autant qu'il est possible, nous n'avons fait aucune attention à l'effet de la force centrifuge qui s'oppose à celui de la réunion des parties, c'est-à-dire, à la prise de consistance de la matière en

fusion. Nous avons supposé encore, dans la même vue de diminuer le temps que l'atmosphère de la Terre, alors toute en feu, n'étoit néanmoins pas plus chaud que celui de mon fourneau, à quelques pieds de distance où se sont faites les expériences, & c'est en conséquence de ces deux suppositions trop gratuites, que nous ne trouvons que 1342 ans pour le temps employé à la consolidation du globe jusqu'au centre. Mais il me paroît certain que cette estimation du temps, est de beaucoup trop foible, par l'observation constante que j'ai faite sur la prise de consistance des gueuses à la tête & à la queue; car il faut trois fois autant de temps & plus, pour que la partie de la gueuse, qui est à 18 pieds du fourneau, prenne consistance, c'est-à-dire, que si la surface de la tête de la gueuse qui est à 18 pieds du fourneau, prend consistance en 1 minute $\frac{1}{2}$; celle de la queue qui n'est qu'à 2 pieds du fourneau, ne prend consistance qu'en 4 minutes $\frac{1}{2}$ ou 5 minutes; en sorte que la chaleur plus grande de l'air contribue prodigieusement au maintien de la fluidité: & l'on conviendra sans peine avec moi, que dans ce premier temps de liquéfaction du globe de la Terre, la chaleur de l'atmosphère de vapeurs qui l'environnoit, étoit plus grande que celle de l'air, à 2 pieds de distance du feu de mon fourneau; & que par conséquent il a fallu beacoup plus de temps pour consolider le globe jusqu'au centre. Or nous avons démontré par les expériences du premier Mémoire *(c)*, qu'un globe

(c) Tome I, page 158.

de fer, gros comme la Terre, pénétré de feu ſeulement juſqu'au rouge, ſeroit plus de quatre-vingt-ſeize mille ſix cents ſoixante-dix ans à ſe refroidir; auxquels ajoutant deux ou trois mille ans pour le temps de ſa conſolidation juſqu'au centre; il réſulte qu'en tout, il faudroit environ cent mille ans pour refroidir au point de la température actuelle, un globe de fer gros comme la Terre, ſans compter la durée du premier état de liquéfaction, ce qui recule encore les limites du temps, qui ſemble fuir & s'étendre à meſure que nous cherchons à le ſaiſir; mais tout ceci ſera plus amplement diſcuté & déterminé plus préciſément dans les Mémoires ſuivans.

NEUVIÈME MÉMOIRE.

EXPÉRIENCES sur la fusion des mines de fer.

JE ne pourrai guère mettre d'autre liaiſon entre ces Mémoires, ni d'autre ordre entre mes différentes expériences, que celui du temps ou plutôt de la ſucceſſion de mes idées. Comme je ne me trouvois pas aſſez inſtruit dans la connoiſſance des minéraux, que je n'étois pas ſatisfait de ce qu'on en dit dans les livres, que j'avois bien de la peine à entendre ceux qui traitent de la Chimie, où je voyois d'ailleurs des principes précaires, toutes les expériences faites en petit & toujours expliquées dans l'eſprit d'une même méthode ; j'ai voulu travailler par moi-même, & conſultant plutôt mes deſirs que ma force, j'ai commencé par faire établir ſous mes yeux des forges & des fourneaux en grand, que je n'ai pas ceſſé d'exercer continuellement depuis ſept ans.

Le petit nombre d'Auteurs qui ont écrit ſur les mines de fer, ne donnent, pour ainſi dire, qu'une nomenclature aſſez inutile, & ne parlent point des différens traitemens de chacune de ces mines. Ils comprennent dans les mines de fer, l'aimant, l'émeril, l'hématite, &c. qui ſont en effet des minéraux ferrugineux en partie, mais qu'on ne doit pas regarder comme de vraies mines de fer, propres à être fondues & converties en ce métal ;

nous ne parlerons ici que de celles dont on doit faire ufage, & on peut les réduire à deux efpèces principales.

La première eft la mine en roche, c'eft-à-dire, en maffes dures, folides & compactes qu'on ne peut tirer & féparer qu'à force de coins, de marteaux & de maffes, & qu'on pourroit appeler *pierre de fer.* Ces mines ou roches de fer fe trouvent en Suède, en Allemagne, dans les Alpes, dans les Pyrénées, & généralement dans la plupart des hautes montagnes de la Terre, mais en bien plus grande quantité vers le Nord que du côté du Midi. Celles de Suède font de couleur de fer pour la plupart, & paroiffent être du fer prefqu'à demi préparé par la Nature; il y en a auffi de couleur brune, rouffe ou jaunâtre; il y en a même de toutes blanches à Alvard en Dauphiné, ainfi que d'autres couleurs; ces dernières mines femblent être compofées comme du fpath, & on ne reconnoît qu'à leur pefanteur, plus grande que celle des autres fpaths, qu'elles contiennent une grande quantité de métal. On peut auffi s'en affurer en les mettant au feu; car de quelque couleur qu'elles foient, blanches, grifes, jaunes, rouffes, verdâtres, bleuâtres, violettes ou rouges, toutes deviennent noires à une légère calcination. Les mines de Suède qui, comme je l'ai dit, femblent être de la pierre de fer, font attirées par l'aimant; il en eft de même de la plupart des autres mines en roche, & généralement de toute matière ferrugineufe qui a fubi l'action du feu. Les mines de fer en grains qui ne font point du tout magnétiques le deviennent lorfqu'on les fait griller au feu; ainfi les mines

de fer en roche & en grandes maſſes étant magnétiques, doivent leur origine à l'élément du feu. Celles de Suède qui ont été les mieux obſervées, ſont très-étendues & très-profondes; les filons ſont perpendiculaires, toujours épais de pluſieurs pieds, & quelquefois de quelques toiſes; on les travaille comme on travailleroit de la pierre très-dure dans une carrière. On y trouve ſouvent de l'aſbeſte, ce qui prouve encore que ces mines ont été formées par le feu.

Les mines de la ſeconde eſpèce, ont au contraire été formées par l'eau, tant du détriment des premières, que de toutes les particules de fer que les végétaux & les animaux rendent à la Terre par la décompoſition de leur ſubſtance; ces mines formées par l'eau, ſont le plus ordinairement en grains arrondis, plus ou moins gros, mais dont aucun n'eſt attirable par l'aimant avant d'avoir ſubi l'action du feu, ou plutôt celle de l'air par le moyen du feu; car ayant fait griller pluſieurs de ces mines dans des vaiſſeaux ouverts, elles ſont toutes devenues très-attirables à l'aimant; au lieu que dans les vaiſſeaux clos, quoique chauffées à un plus grand feu & pendant plus de temps, elles n'avoient point du tout acquis la vertu magnétique.

On pourroit ajouter à ces mines en grains, formées par l'eau, une ſeconde eſpèce de mine ſouvent plus pure, mais bien plus rare, qui ſe forme également par le moyen de l'eau, ce ſont les mines de fer criſtalliſées. Mais comme je n'ai pas été à portée de traiter par moi-même les mines de fer en roche, produites par le feu, non plus que les

mines de fer criſtalliſées par l'eau, je ne parlerai que de la fuſion des mines en grains; d'autant que ces dernières mines ſont celles qu'on exploite le plus communément dans nos forges de France.

La première choſe que j'ai trouvée, & qui me paroît être une découverte utile, c'eſt qu'avec une mine qui donnoit le plus mauvais fer de la province de Bourgogne, j'ai fait du fer auſſi ductile, auſſi nerveux, auſſi ferme que les fers du Berri, qui ſont réputés les meilleurs de France. Voici comment j'y ſuis parvenu; le chemin que j'ai tenu eſt bien plus long, mais perſonne avant moi n'ayant frayé la route, on ne ſera pas étonné que j'aie fait du circuit.

J'ai pris le dernier jour d'un fondage, c'eſt-à-dire, le jour où l'on alloit faire ceſſer le feu d'un fourneau à fondre la mine de fer, qui duroit depuis plus de quatre mois. Ce fourneau d'environ 20 pieds de hauteur & de 5 pieds & demi de largeur à ſa cuve, étoit bien échauffé, & n'avoit été chargé que de cette mine qui avoit la fauſſe réputation de ne pouvoir donner que des fontes très-blanches, très-caſſantes, & par conſéquent du fer à très-gros grain, ſans nerf & ſans ductilité. Comme j'étois dans l'idée que la trop grande violence du feu ne peut qu'aigrir le fer, j'employai ma méthode ordinaire, & que j'ai ſuivie conſtamment dans toutes mes recherches ſur la Nature, qui conſiſte à voir les extrêmes avant de conſidérer les milieux: je fis donc, non pas ralentir, mais enlever les ſoufflets, & ayant fait en même temps découvrir le toit de la hale, je ſubſtituai aux ſoufflets un ventilateur ſimple,

qui

qui n'étoit qu'un cône creux, de 24 pieds de longueur, ſur 4 pieds de diamètre au gros bout, & 3 pouces ſeulement à ſa pointe, ſur laquelle on adapta une buſe de fer, & qu'on plaça dans le trou de la tuyère; en même temps on continuoit à charger de charbon & de mine, comme ſi l'on eût voulu continuer à couler; les charges deſcendoient bien plus lentement, parce que le feu n'étoit plus animé par le vent des ſoufflets; il l'étoit ſeulement par un courant d'air que le ventilateur tiroit d'en haut, & qui étant plus frais & plus denſe que celui du voiſinage de la tuyère, arrivoit avec aſſez de vîteſſe pour produire un murmure conſtant dans l'intérieur du fourneau. Lorſque j'eus fait charger environ deux milliers de charbon, & quatre milliers de mine, je fis diſcontinuer pour ne pas trop embarraſſer le fourneau, & le ventilateur étant toujours à la tuyère, je laiſſai baiſſer les charbons & la mine ſans remplir le vuide qu'ils laiſſoient au-deſſus. Au bout de quinze ou ſeize heures, il ſe forma des petites loupes, dont on tira quelques-unes par le trou de la tuyère, & quelques autres par l'ouverture de la coulée, le feu dura quatre jours de plus, avant que le charbon ne fût entièrement conſumé, & dans cet intervalle de temps on tira des loupes plus groſſes que les premières; & après les quatre jours on en trouva des plus groſſes encore en vuidant le fourneau.

Après avoir examiné ces loupes, qui me parurent être d'une très-bonne étoffe, & dont la plupart portoient à leur circonférence un grain fin, & tout ſemblable à celui

de l'acier, je les fis mettre au feu de l'affinerie & porter sous le marteau, elles en soutinrent le coup sans se diviser, sans s'éparpiller en étincelles, sans donner une grande flamme, sans laisser couler beaucoup de laitier, choses qui toutes arrivent lorsqu'on forge du mauvais fer. On les forgea à la manière ordinaire, les barres qui en provenoient n'étoient pas toutes de la même qualité; les unes étoient de fer, les autres d'acier, & le plus grand nombre de fer par un bout ou par un côté, & d'acier par l'autre. J'en ai fait faire des poinçons & des ciseaux par des ouvriers qui trouvèrent cet acier aussi bon que celui d'Allemagne. Les barres qui n'étoient que de fer, étoient si fermes, qu'il fut impossible de les rompre avec la masse, & qu'il fallut employer le ciseau d'acier pour les entamer profondément des deux côtés avant de pouvoir les rompre; ce fer étoit tout nerf, & ne pouvoit se séparer qu'en se déchirant par le plus grand effort. En le comparant au fer que donne cette même mine fondue en gueuses à la manière ordinaire, on ne pouvoit se persuader qu'il provenoit de la même mine, dont on n'avoit jamais tiré que du fer à gros grain, sans nerf & très-cassant.

La quantité de mine que j'avois employée dans cette expérience, auroit dû produire au moins 1200 livres de fonte, c'est-à-dire, environ 800 livres de fer, si elle eût été fondue par la méthode ordinaire, & je n'avois obtenu que 280 livres, tant d'acier que de fer, de toutes les loupes que j'avois réunies; & en supposant un déchet de moitié

du mauvais fer au bon, & de trois quarts du mauvais fer à l'acier, je voyois que ce produit ne pouvoit équivaloir qu'à 500 livres de mauvais fer, & que par conféquent il y avoit eu plus du quart de mes quatre milliers de mine qui s'étoit confumé en pure perte, & en même temps près du tiers du charbon brûlé fans produit.

Ces expériences étant donc exceffivement chères, & voulant néanmoins les fuivre, je pris le parti de faire conftruire deux fourneaux plus petits; tous deux cependant de 14 pieds de hauteur, mais dont la capacité intérieure du fecond étoit d'un tiers plus petite que celle du premier. Il falloit pour charger & remplir en entier mon grand fourneau de fufion, cent trente-cinq corbeilles de charbon de 40 livres chacune; c'eft-à-dire, 5400 livres de charbon, au lieu que dans mes petits fourneaux, il ne falloit que 900 livres de charbon pour remplir le premier, & 600 livres pour remplir le fecond, ce qui diminuoit confidérablement les trop grands frais de ces expériences. Je fis adoffer ces fourneaux l'un à l'autre afin qu'ils puffent profiter de leur chaleur mutuelle; ils étoient féparés par un mur de trois pieds, & environnés d'un autre mur de 4 pieds d'épaiffeur, le tout bâti en bon moellon & de la même pierre calcaire dont on fe fert dans le pays pour faire les étalages des grands fourneaux. La forme de la cavité de ces petits fourneaux étoit pyramidale fur une bafe quarrée, s'élevant d'abord perpendiculairement à 3 pieds de hauteur, & enfuite s'inclinant en dedans fur le refte de leur élévation qui étoit de 11 pieds; de forte que

l'ouverture ſupérieure ſe trouvoit réduite à 14 pouces au plus grand fourneau, & 11 pouces au plus petit. Je ne laiſſai dans le bas qu'une ſeule ouverture à chacun de mes fourneaux, elle étoit ſurbaiſſée en forme de voûte ou de lunette, dont le ſommet ne s'élevoit qu'à 2 pieds $\frac{1}{2}$ dans la partie intérieure, & à 4 pieds en dehors; je faiſois remplir cette ouverture par un petit mur de briques, dans lequel on laiſſoit un trou de quelques pouces en bas pour écouler le laitier, & un autre trou à 1 pied $\frac{1}{2}$ de hauteur pour pomper l'air; je ne donne point ici la figure de ces fourneaux, parce qu'ils n'ont pas aſſez bien réuſſi pour que je prétende les donner pour modèles, & que d'ailleurs j'y ai fait & j'y fais encore des changemens eſſentiels, à meſure que l'expérience m'apprend quelque choſe de nouveau. D'ailleurs ce que je viens de dire ſuffit pour en donner une idée, & auſſi pour l'intelligence de ce qui ſuit.

Ces fourneaux étoient placés de manière que leur face antérieure dans laquelle étoient les ouvertures en lunette, ſe trouvoit parallèle au courant d'eau qui fait mouvoir les roues des ſoufflets de mon grand fourneau & de mes affineries; en ſorte que le grand entonnoir ou ventilateur dont j'ai parlé, pouvoit être poſé de manière qu'il recevoit ſans ceſſe un air frais par le mouvement des roues; il portoit cet air au fourneau auquel il aboutiſſoit par ſa pointe, qui étoit une buſe ou tuyau de fer de forme conique, & d'un pouce & demi de diamètre à ſon extrémité. Je fis faire en même temps deux tuyaux d'aſpiration,

l'un de 10 pieds de longueur ſur 14 pouces de largeur pour le plus grand de mes petits fourneaux, & l'autre de 7 pieds de longueur & de 11 pouces de côté pour le plus petit. Je fis ces tuyaux d'aſpiration quarrés, parce que les ouvertures du deſſus des fourneaux étoient quarrées, & que c'étoit ſur ces ouvertures qu'il falloit les poſer; & quoique ces tuyaux fuſſent faits d'une tôle aſſez légère, ſur un chaſſis de fer mince, ils ne laiſſoient pas d'être peſans, & même embarraſſans par leur volume, ſur-tout quand ils étoient fort échauffés; quatre hommes avoient aſſez de peine pour les déplacer & les replacer, ce qui cependant étoit néceſſaire toutes les fois qu'il falloit charger les fourneaux.

J'y ai fait dix-ſept expériences, dont chacune duroit ordinairement deux ou trois jours & deux ou trois nuits. Je n'en donnerai pas le détail, non-ſeulement parce qu'il ſeroit fort ennuyeux, mais même aſſez inutile, attendu que je n'ai pu parvenir à une méthode fixe, tant pour conduire le feu que pour le forcer à donner toujours le même produit. Je dois donc me borner aux ſimples réſultats de ces expériences qui m'ont démontré pluſieurs vérités que je crois très-utiles.

La premiere, c'eſt qu'on peut faire de l'acier de la meilleure qualité ſans employer du fer comme on le fait communément, mais ſeulement en faiſant fondre la mine à un feu long & gradué. De mes dix-ſept expériences il y en a eu ſix où j'ai eu de l'acier bon & médiocre, ſept où je n'ai eu que du fer, tantôt très-bon & tantôt mauvais,

& quatre où j'ai eu une petite quantité de fonte & du fer environné d'excellent acier. On ne manquera pas de me dire, donnez-nous donc au moins le détail de celles qui vous ont produit du bon acier ; ma réponse est aussi simple que vraie, c'est qu'en suivant les mêmes procédés aussi exactement qu'il m'étoit possible ; en chargeant de la même façon, mettant la même quantité de mine & de charbon, ôtant & mettant le ventilateur & les tuyaux d'aspiration pendant un temps égal, je n'en ai pas moins eu des résultats tout différens. La seconde expérience me donna de l'acier par les mêmes procédés de la première qui ne m'avoit produit que du fer d'une qualité assez médiocre ; la troisième, par les mêmes procédés, m'a donné de très-bon fer ; & quand après cela j'ai voulu varier la suite des procédés, & changer quelque chose à mes fourneaux, le produit en a peut-être moins varié par ces grands changemens, qu'il n'avoit fait par le seul caprice du feu, dont les effets & la conduite sont si difficiles à suivre, qu'on ne peut les saisir ni même les deviner qu'après une infinité d'épreuves & de tentatives qui ne sont pas toujours heureuses. Je dois donc me borner à dire ce que j'ai fait, sans anticiper sur ce que des Artistes plus habiles pourront faire ; car il est certain qu'on parviendra à une méthode sûre de tirer de l'acier de toute mine de fer sans la faire couler en gueuses, & sans convertir la fonte en fer.

C'est ici la seconde vérité, aussi utile que la première. J'ai employé trois différentes sortes de mines dans ces

expériences; j'ai cherché, avant de les employer, le moyen d'en bien connoître la nature. Ces trois eſpèces de mines étoient à la vérité toutes les trois en grains, plus ou moins fins; je n'étois pas à portée d'en avoir d'autres, c'eſt-à-dire, des mines en roche en aſſez grande quantité pour faire mes expériences; mais je ſuis bien convaincu, après avoir fait les épreuves de mes trois différentes mines en grain, & qui toutes trois m'ont donné de l'acier ſans fuſion précédente, que les mines en roches, & toutes les mines de fer en général, pourroient donner également de l'acier en les traitant comme j'ai traité les mines en grain. Dès-lors il faut donc bannir de nos idées le préjugé ſi anciennement, ſi univerſellement reçu, que *la qualité du fer dépend de celle de la mine.* Rien n'eſt plus mal fondé que cette opinion, c'eſt au contraire uniquement de la conduite du feu & de la manipulation de la mine que dépend la bonne ou la mauvaiſe qualité de la fonte, du fer & de l'acier. Il faut encore bannir un autre préjugé; c'eſt qu'*on ne peut avoir de l'acier qu'en le tirant du fer.* Tandis qu'il eſt très-poſſible au contraire d'en tirer immédiatement de toutes ſortes de mines. On rejettera donc en conſéquence les idées de M. Yonge, & de quelques autres Chimiſtes qui ont imaginé qu'il y avoit des mines qui avoient la qualité particulière de pouvoir donner de l'acier, à l'excluſion de toutes les autres.

Une troiſième vérité que j'ai recueillie de mes expériences, c'eſt que toutes nos mines de fer en grain, telles

que celles de Bourgogne, de Champagne, de Franche-comté, de Lorraine, du Nivernois, de l'Angoumois, &c. c'eſt-à-dire, preſque toutes les mines dont on fait nos fers en France, ne contiennent point de ſoufre comme les mines en roche de Suède ou d'Allemagne ; & que par conſéquent elles n'ont pas beſoin d'être grillées, ni traitées de la même manière : le préjugé du ſoufre contenu en grande quantité dans les mines de fer, nous eſt venu des Métallurgiſtes du nord, qui, ne connoiſſant que leurs mines en roche qu'on tire de la terre à de grandes profondeurs, comme nous tirons des pierres d'une carrière, ont imaginé que toutes les mines de fer étoient de la même nature, & contenoient comme elles une grande quantité de ſoufre. Et comme les expériences ſur les mines de fer ſont très-difficiles à faire, nos Chimiſtes s'en ſont rapportés aux Métallurgiſtes du nord, & ont écrit comme eux, qu'il y avoit beaucoup de ſoufre dans nos mines de fer ; tandis que toutes les mines en grain que je viens de citer, n'en contiennent point du tout, ou ſi peu qu'on n'en ſent pas l'odeur de quelque façon qu'on les brûle. Les mines en roche ou en pierre dont j'ai fait venir des échantillons de Suède & d'Allemagne, répandent au contraire une forte odeur de ſoufre lorſqu'on les fait griller, & en contiennent réellement une très-grande quantité, dont il faut les dépouiller avant de les mettre au fourneau pour les fondre.

Et de-là ſuit une quatrième vérité toute auſſi intéreſſante que les autres, c'eſt que nos mines en grain, valent

mieux

mieux que ces mines en roche tant vantées, & que si nous ne faisons pas du fer aussi bon ou meilleur que celui de Suède, c'est purement notre faute & point du tout celle de nos mines, qui toutes nous donneroient des fers de la première qualité, si nous les traitions avec le même soin que prennent les Étrangers pour arriver à ce but. Il nous est même plus aisé de l'atteindre, nos mines ne demandant pas à beaucoup près autant de travaux que les leurs. Voyez dans Swedenborg le détail de ces travaux, la seule extraction de la plupart de ces mines en roche qu'il faut aller arracher du sein de la Terre, à trois ou quatre cents pieds de profondeur, casser à coups de marteaux, de masses & de leviers, enlever ensuite par des machines jusqu'à la hauteur de terre, doit coûter beaucoup plus que le tirage de nos mines en grains, qui se fait pour ainsi dire à fleur du terrein, & sans autre instrument que la pioche & la pelle; ce premier avantage n'est pas encore le plus grand, car il faut reprendre ces quartiers, ces morceaux de pierres de fer, les porter sous les maillets d'un boccard pour les concasser, les broyer & les réduire au même état de division où nos mines en grain se trouvent naturellement; & comme cette mine concassée contient une grande quantité de soufre, elle ne produiroit que de très-mauvais fer si on ne prenoit pas la précaution de lui enlever la plus grande partie de ce soufre surabondant avant de la jeter au fourneau. On la répand à cet effet sur des bûchers d'une vaste étendue où elle se grille pendant quelques semaines;

cette consommation très-considérable de bois, jointe à la difficulté de l'extraction de la mine, rendroit la chose impraticable en France, à cause de la cherté des bois. Nos mines heureusement n'ont pas besoin d'être grillées, & il suffit de les laver pour les séparer de la terre avec laquelle elles sont mêlées; la plupart se trouvent à quelques pieds de profondeur; l'exploitation de nos mines se fait donc à beaucoup moins de frais, & cependant nous ne profitons pas de tous ces avantages, ou du moins nous n'en avons pas profité jusqu'ici, puisque les Étrangers nous apportent leurs fers qui leur coûtent tant de peines, & que nous les achetons de préférence aux nôtres, sur la réputation qu'ils ont d'être de meilleure qualité.

Ceci tient à une cinquième vérité qui est plus morale que physique; c'est qu'il est plus aisé, plus sûr & plus profitable de faire, sur-tout en ce genre, de la mauvaise marchandise que de la bonne. Il est bien plus commode de suivre la routine qu'on trouve établie dans les forges, que de chercher à en perfectionner l'art. Pourquoi vouloir faire du bon fer, disent la plupart des maîtres de forges; on ne le vendra pas une pistole au-dessus du fer commun, & il nous reviendra peut-être à trois ou quatre de plus, sans compter les risques & les frais des expériences & des essais qui ne réussissent pas tous à beaucoup près! Malheureusement cela n'est que trop vrai, nous ne profiterons jamais de l'avantage naturel de nos mines, ni même de notre intelligence, qui vaut bien celle des Étrangers, tant que le Gouvernement ne donnera pas à

cet objet plus d'attention, tant qu'on ne favorisera pas le petit nombre de manufactures où l'on fait du bon fer, & qu'on permettra l'entrée des fers étrangers : il me semble que l'on peut démontrer avec la dernière évidence le tort que cela fait aux Arts & à l'État ; mais je m'écarterois trop de mon sujet si j'entrois ici dans cette discussion.

Tout ce que je puis assurer comme une sixième vérité, c'est qu'avec toutes sortes de mines, on peut toujours obtenir du fer de même qualité ; j'ai fait brûler & fondre successivement dans mon plus grand fourneau, qui a 23 pieds de hauteur, sept espèces de mines différentes, tirées à deux, trois & quatre lieues de distance les unes des autres, dans des terreins tous différens, les unes en grains plus gros que des pois, les autres en grains gros comme des chevrotines, plomb à lièvre, & les autres plus menues que le plus petit plomb à tirer ; & de ces sept différentes espèces de mine dont j'ai fait fondre plusieurs centaines de milliers, j'ai toujours eu le même fer; ce fer est bien connu, non-seulement dans la province de Bourgogne où sont situées mes forges, mais même à Paris où s'en fait le principal débit, & il est regardé comme de très-bonne qualité. On seroit donc fondé à croire que j'ai toujours employé la même mine, qui toujours traitée de la même façon, m'auroit constamment donné le même produit ; tandis que dans le vrai j'ai usé de toutes les mines que j'ai pu découvrir, & que ce n'est qu'en vertu des précautions & des soins que j'ai pris de les traiter différemment que je suis parvenu à en tirer un résultat semblable, & un produit

de même qualité. Voici les obſervations & les expériences que j'ai faites à ce ſujet ; elles ſeront utiles & même néceſſaires à tous ceux qui voudront connoître la qualité des mines qu'ils employent.

Nos mines de fer en grain ne ſe trouvent jamais pures dans le ſein de la Terre, toutes ſont mélangées d'une certaine quantité de terre qui peut ſe délayer dans l'eau, & d'un ſable plus ou moins fin, qui, dans de certaines mines, eſt de nature calcaire, dans d'autres de nature vitrifiable, & quelquefois mêlé de l'une & de l'autre ; je n'ai pas vu qu'il y eût aucun autre mélange dans les ſept eſpèces de mines que j'ai traitées & fondues avec un égal ſuccès. Pour reconnoître la quantité de terre qui doit ſe délayer dans l'eau, & que l'on peut eſpérer de ſéparer de la mine au lavage, il faut en peſer une petite quantité dans l'état même où elle ſort de la Terre ; la faire enſuite ſécher, & mettre en compte le poids de l'eau qui ſe ſera diſſipée par le deſsèchement. On mettra cette terre ſéchée dans un vaſe que l'on remplira d'eau & on la remuera ; dès que l'eau ſera jaune ou bourbeuſe, on la verſera dans un autre vaſe plat pour en faire évaporer l'eau par le moyen du feu ; après l'évaporation, on mettra à part le réſidu terreux. On réitèrera cette même manipulation juſqu'à ce que la mine ne colore plus l'eau qu'on verſe deſſus, ce qui n'arrive jamais qu'après un grand nombre de lotions. Alors on réunit enſemble tous ces réſidus terreux, & on les pèſe pour connoître leur quantité relative à celle de la mine.

Cette première partie du mélange de la mine étant connue & ſon poids conſtaté, il reſtera les grains de mine & les ſables que l'eau n'a pu délayer: ſi ces ſables ſont calcaires, il faudra les faire diſſoudre à l'eau-forte, & on en connoîtra la quantité en les faiſant précipiter après les avoir diſſous; on les pèſera & dès-lors on ſaura au juſte combien la mine contient de terre, de ſable calcaire & de fer en grains. Par exemple, la mine dont je me ſuis ſervi pour la première expérience de ce Mémoire, contenoit par once, un gros & demi de terre délayée par l'eau, un gros 55 grains de ſable diſſous par l'eau-forte, trois gros 66 grains de mine de fer, & il y a eu 59 grains de perdus dans les lotions & diſſolutions. C'eſt M. Daubenton, de l'Académie des Sciences, qui a bien voulu faire cette expérience à ma prière, & qui l'a faite avec toute l'exactitude qu'il apporte à tous les ſujets qu'il traite.

Après cette épreuve, il faut examiner attentivement la mine dont on vient de ſéparer la terre & le ſable calcaire, & tâcher de reconnoître à la ſeule inſpection s'il ne ſe trouve pas encore parmi les grains de fer, des particules d'autres matières que l'eau-forte n'auroit pu diſſoudre, & qui par conſéquent ne ſeroient pas calcaires. Dans celle dont je viens de parler, il n'y en avoit point du tout, & dès-lors j'étois aſſuré que ſur une quantité de 576 livres de cette mine, il y avoit 282 parties de mine de fer, 127 de matière calcaire, & le reſte de terre qui peut ſe délayer à l'eau. Cette connoiſſance une fois

acquise, il sera aisé d'en tirer les procédés qu'il faut suivre pour faire fondre la mine avec avantage & avec certitude d'en obtenir du bon fer, comme nous le dirons dans la suite.

Dans les six autres espèces de mine que j'ai employées, il s'en est trouvé quatre dont le sable n'étoit point dissoluble à l'eau-forte, & dont par conséquent la nature n'étoit pas calcaire, mais vitrifiable; & les deux autres qui étoient à plus gros grains de fer que les cinq premières, contenoient des graviers calcaires en assez petite quantité, & des petits cailloux arrondis, qui étoient de la nature de la calcédoine, & qui ressembloient par la forme aux chrysalides des fourmis: les ouvriers employés à l'extraction & au lavage de mes mines, les appeloient *œufs de fourmis.* Chacune de ces mines exige une suite de procédés différens pour les fondre avec avantage & pour en tirer du fer de même qualité.

Ces procédés quoiqu'assez simples, ne laissent pas d'exiger une grande attention; comme il s'agit de travailler sur des milliers de quintaux de mine, on est forcé de chercher tous les moyens, & de prendre toutes les voies qui peuvent aller à l'économie; j'ai acquis sur cela de l'expérience à mes dépens, & je ne ferai pas mention des méthodes qui, quoique plus précises & meilleures que celles dont je vais parler, seroient trop dispendieuses pour pouvoir être mises en pratique. Comme je n'ai pas eu d'autre but dans mon travail que celui de l'utilité publique, j'ai tâché de réduire ces procédés à quelque chose d'assez

ſimple, pour pouvoir être entendu & exécuté par tous les maîtres de forges qui voudront faire du bon fer; mais néanmoins en les prévenant d'avance, que ce bon fer leur coûtera plus que le fer commun qu'ils ont coutume de fabriquer, par la même raiſon que le pain blanc coûte plus que le pain bis; car il ne s'agit de même que de cribler, tirer & ſéparer le bon grain de toutes les matières hétérogènes dont il ſe trouve mélangé.

Je parlerai ailleurs de la recherche & de la découverte des mines, mais je ſuppoſe ici les mines toutes trouvées & tirées; je ſuppoſe auſſi que par des épreuves ſemblables à celles que je viens d'indiquer, on connoiſſe la nature des ſables qui y ſont mélangés; la première opération qu'il faut faire, c'eſt de les tranſporter aux lavoirs, qui doivent être d'une conſtruction différente ſelon les différentes mines; celles qui ſont en grains plus gros que les ſables qu'elles contiennent, doivent être lavées dans des lavoirs foncés de fer & percés de petits trous comme ceux qu'a propoſé M. Robert *(c)*, & qui ſont très-bien imaginés; car ils ſervent en même temps de lavoirs & de cribles; l'eau emmène avec elle toute la terre qu'elle peut délayer, & les ſablons plus menus que les grains de la mine paſſent en même temps par les petits trous dont le fond du lavoir eſt percé; & dans le cas où les ſablons ſont auſſi gros, mais moins durs que le grain de la mine, le rable de fer les écraſe & ils tombent avec l'eau au-deſſous du lavoir;

(c) Méthode pour laver les mines de fer, *in-12*. Paris, 1757.

la mine reſte nette & aſſez pure pour qu'on la puiſſe fondre avec économie. Mais ces mines, dont les grains ſont plus gros & plus durs que ceux des ſables ou petits cailloux qui y ſont mélangés, ſont aſſez rares. Des ſept eſpèces de mine que j'ai eu occaſion de traiter, il ne s'en eſt trouvé qu'une qui fût dans le cas d'être lavée à ce lavoir, que j'ai fait exécuter & qui a bien réuſſi; cette mine eſt celle qui ne contenoit que du ſable calcaire, qui communément eſt moins dur que le grain de la mine. J'ai néanmoins obſervé que les rables de fer en frottant contre le fond du lavoir qui eſt auſſi de fer, ne laiſſoient pas d'écraſer une aſſez grande quantité de grains de mine, qui dès-lors paſſoient avec le ſable & tomboient en pure perte ſous le lavoir, & je crois cette perte inévitable dans les lavoirs foncés de fer. D'ailleurs la quantité de caſtine que M. Robert étoit obligé de mêler à ſes mines, & qu'il dit être d'un tiers de la mine *(d)*, prouve qu'il reſtoit encore après le lavage une portion conſidérable de ſablon vitrifiable, ou de terre vitreſcible dans ſes mines ainſi lavées; car il n'auroit eu beſoin que d'un ſixième ou même d'un huitième de caſtine ſi les mines euſſent été plus épurées, c'eſt-à-dire, plus dépouillées de la terre graſſe ou du ſable vitrifiable qu'elles contenoient.

Au reſte il n'étoit pas poſſible de ſe ſervir de ce même lavoir pour les autres ſix eſpèces de mines que j'ai eu à traiter; de ces ſix, il y en avoit quatre qui ſe ſont trouvées

(d) Méthode pour laver les mines de fer, *pages 12 & 13.*

mêlées

mêlées d'un ſablon vitreſcible auſſi dur & même plus dur, & en même temps plus gros ou auſſi gros que les grains de la mine. Pour épurer ces quatre eſpèces de mine, je me ſuis ſervi de lavoirs ordinaires & foncés de bois plein, avec un courant d'eau plus rapide qu'à l'ordinaire; on les paſſoit neuf fois de ſuite à l'eau, & à meſure que le courant vif de l'eau emportoit la terre & le ſablon le plus léger & le plus petit, on faiſoit paſſer la mine dans des cribles de fil-de-fer aſſez ſerrés, pour retenir tous les petits cailloux plus gros que les grains de la mine. En lavant ainſi neuf fois & criblant trois fois, on parvenoit à ne laiſſer dans ces mines qu'environ un cinquième ou un ſixième de ces petits cailloux ou ſablons vitreſcibles, & c'étoient ceux qui, étant de la même groſſeur que les grains de la mine, étoient auſſi de la même peſanteur, en ſorte qu'on ne pouvoit les ſéparer ni par le lavoir ni par le crible. Après cette première préparation, qui eſt tout ce qu'on peut faire par le moyen du lavoir & des cribles à l'eau, la mine étoit aſſez nette pour pouvoir être miſe au fourneau; & comme elle étoit encore mélangée d'un cinquième ou d'un ſixième de matières vitreſcibles, on pouvoit la fondre avec un quart de caſtine ou matière calcaire, & en obtenir de très-bon fer en ménageant les charges, c'eſt-à-dire, en mettant moins de mine que l'on n'en met ordinairement: mais comme alors on ne fond pas à profit, parce qu'on uſe une grande quantité de charbon, il faut encore tâcher d'épurer ſa mine avant de la jeter au fourneau. On ne pourra guère en venir à

bout qu'en la faiſant vanner & cribler à l'air, comme l'on vanne & crible le blé. J'ai ſéparé par ces moyens encore plus d'une moitié des matières hétérogènes qui reſtoient dans mes mines, & quoique cette dernière opération ſoit longue & même aſſez difficile à exécuter en grand, j'ai reconnu, par l'épargne du charbon, qu'elle étoit profitable; il en coûtoit vingt ſous pour vanner & cribler quinze cents peſant de mine, mais on épargnoit au fourneau trente-cinq ſous de charbon pour la fondre: je crois donc que quand cette pratique ſera connue, on ne manquera pas de l'adopter. La ſeule difficulté qu'on y trouvera, c'eſt de faire ſécher aſſez les mines pour les faire paſſer aux cribles & les vanner avantageuſement. Il y a très-peu de matières qui retiennent l'humidité auſſi long-temps que les mines de fer en grain *(e)*. Une ſeule pluie les rend humides pour plus d'un mois; il faut donc des hangards couverts pour les dépoſer, il faut les étendre par petites couches de trois ou quatre pouces d'épaiſſeur, les remuer, les expoſer au ſoleil, en un mot les ſécher autant qu'il eſt poſſible; ſans cela le van ni le crible ne peuvent faire leur effet. Ce n'eſt qu'en été qu'on peut

(e) Pour reconnoître la quantité d'humidité qui réſide dans la mine de fer, j'ai fait ſécher, & pour ainſi dire, griller dans un four très-chaud, trois cents livres de celle qui avoit été la mieux lavée, & qui s'étoit déjà ſéchée à l'air; & ayant peſé cette mine au ſortir du four, elle ne peſoit plus que deux cents cinquante-deux livres; ainſi la quantité de la matière humide ou volatile que la chaleur lui enlève, eſt à très-peu près d'un ſixième de ſon poids total, & je ſuis perſuadé que ſi on la grilloit à un feu plus violent, elle perdroit encore plus.

y travailler, & quand il s'agit de faire paſſer au crible quinze ou dix-huit cents milliers de mine que l'on brûle au fourneau dans cinq ou ſix mois, on ſent bien que le temps doit toujours manquer, & il manque en effet; car je n'ai pu, par chaque été, faire traiter ainſi qu'environ cinq ou ſix cents milliers: cependant en augmentant l'eſpace des hangards, & en doublant les machines & les hommes, on en viendroit à bout, & l'économie qu'on trouveroit par la moindre conſommation de charbon, dédommageroit & au-delà de tous ces frais.

On doit traiter de même les mines qui ſont mélangées de graviers calcaires & de petits cailloux ou de ſable vitreſcible; en ſéparer le plus que l'on pourra de cette ſeconde matière à laquelle la première ſert de fondant, & que par cette raiſon il n'eſt pas néceſſaire d'ôter, à moins qu'elle ne fût en trop grande quantité; j'en ai travaillé deux de cette eſpèce, elles ſont plus fuſibles que les autres, parce qu'elles contiennent une bonne quantité de caſtine, & qu'il ne leur en faut ajouter que peu ou même point du tout, dans le cas où il n'y auroit que peu ou point de matières vitreſcibles.

Lorſque les mines de fer ne contiennent point de matières vitreſcibles, & ne ſont mélangées que de matières calcaires, il faut tâcher de reconnoître la proportion du fer & de la matière calcaire, en ſéparant les grains de mine un à un ſur une petite quantité, ou en diſſolvant à l'eau-forte les parties calcaires, comme je l'ai dit ci-devant. Lorſqu'on ſe ſera aſſuré de cette proportion, on ſaura tout

ce qui eſt néceſſaire pour fondre ces mines avec ſuccès; par exemple, la mine qui a ſervi à la première expérience, & qui contenoit un gros 55 grains de ſable calcaire, ſur 3 gros 66 grains de fer en grain, & dont il s'étoit perdu 59 grains dans les lotions & la diſſolution, étoit par conſéquent mélangée d'environ un tiers de caſtine ou de matière calcaire, ſur deux tiers de fer en grains. Cette mine porte donc naturellement ſa caſtine, & on ne peut que gâter la fonte ſi on ajoute encore de la matière calcaire pour la fondre. Il faut au contraire y mêler des matières vitreſcibles, & choiſir celles qui ſe fondent le plus aiſément; en mettant un quinzième ou même un ſeizième de terre vitreſcible, qu'on appelle *aubuë*, j'ai fondu cette mine avec un grand ſuccès, & elle m'a donné d'excellent fer, tandis qu'en la fondant avec une addition de caſtine, comme c'étoit l'uſage dans le pays avant moi, elle ne produiſoit qu'une mauvaiſe fonte qui caſſoit par ſon propre poids ſur les rouleaux en la conduiſant à l'affinerie. Ainſi toutes les fois qu'une mine de fer ſe trouve naturellement ſurchargée d'une grande quantité de matières calcaires, il faut, au lieu de caſtine, employer de l'aubuë pour la fondre avec avantage. On doit préférer cette terre aubuë à toutes les autres matières vitreſcibles, parce qu'elle fond plus aiſément que le caillou, le ſable criſtallin & les autres matières du genre vitrifiable, qui pourroient faire le même effet, mais qui exigeroient plus de charbon pour ſe fondre. D'ailleurs cette terre aubuë ſe trouve preſque par-tout, & eſt la terre la plus commune dans nos

campagnes. En ſe fondant elle ſaiſit les ſablons calcaires, les pénètre, les ramollit & les fait couler avec elle plus promptement, que ne pourroit faire le petit caillou ou le ſable vitreſcible, auxquels il faut beaucoup plus de feu pour les fondre.

On eſt dans l'erreur lorſqu'on croit que la mine de fer ne peut ſe fondre ſans caſtine. On peut la fondre, non-ſeulement ſans caſtine, mais même ſans aubuë & ſans aucun autre fondant lorſqu'elle eſt nette & pure; mais il eſt vrai qu'alors il ſe brûle une quantité aſſez conſidérable de mine qui tombe en mauvais laitier & qui diminue le produit de la fonte; il s'agit donc pour fondre le plus avantageuſement qu'il eſt poſſible, de trouver d'abord quel eſt le fondant qui convient à la mine, & enſuite dans quelle proportion il faut lui donner ce fondant pour qu'elle ſe convertiſſe entièrement en fonte de fer, & qu'elle ne brûle pas avant d'entrer en fuſion. Si la mine eſt mêlée d'un tiers ou d'un quart de matières vitreſcibles, & qu'il ne s'y trouve aucune matière calcaire, alors un demi-tiers ou un demi-quart de matières calcaires, ſuffira pour la fondre; & ſi au contraire elle ſe trouve naturellement mélangée d'un tiers ou d'un quart de ſable ou de graviers calcaires, un quinzième ou un dix-huitième d'aubuë ſuffira pour la faire couler & la préſerver de l'action trop ſubite du feu qui ne manqueroit pas de la brûler en partie. On pèche preſque par-tout par l'excès de caſtine qu'on met dans les fourneaux; il y a même des maîtres de cet art aſſez peu inſtruits, pour mettre de la caſtine & de l'aubuë tout enſemble ou ſéparément,

ſuivant qu'ils imaginent que leur mine eſt trop froide ou trop chaude, tandis que dans le réel toutes les mines de fer, du moins toutes les mines en grains ſont également fuſibles, & ne diffèrent les unes des autres que par les matieres dont elles ſont mélangées, & point du tout par leurs qualités intrinsèques qui ſont abſolument les mêmes, & qui m'ont démontré que le fer, comme tout autre métal, eſt un dans la Nature.

On reconnoîtra par les laitiers ſi la proportion de la caſtine ou de l'aubuë que l'on jette au fourneau pèche par excès ou par défaut ; lorſque les laitiers ſont trop légers, ſpongieux & blancs, preſque ſemblables à la pierre ponce, c'eſt une preuve certaine qu'il y a trop de matière calcaire ; en diminuant la quantité de cette matière on verra le laitier prendre plus de ſolidité, & former un verre ordinairement de couleur verdâtre qui file, s'étend & coule lentement au ſortir du fourneau. Si au contraire le laitier eſt trop viſqueux, s'il ne coule que très-difficilement, s'il faut l'arracher du ſommet de la dame, on peut être ſûr qu'il n'y a pas aſſez de caſtine, ou peut-être pas aſſez de charbon proportionnellement à la mine ; la conſiſtance & même la couleur du laitier, ſont les indices les plus ſûrs du bon ou du mauvais état du fourneau, & de la bonne ou mauvaiſe proportion des matières qu'on y jette ; il faut que le laitier coule ſeul & forme un ruiſſeau lent ſur la pente qui s'étend du ſommet de la dame au terrein ; il faut que ſa couleur ne ſoit pas d'un rouge trop vif ou trop foncé, mais d'un rouge pâle & blanchâtre, & lorſqu'il eſt refroidi on doit trouver un

verre ſolide, tranſparent & verdâtre, auſſi peſant & même plus que le verre ordinaire. Rien ne prouve mieux le mauvais travail du fourneau ou la diſproportion des mélanges que les laitiers trop légers, trop peſans, trop obſcurs; & ceux dans leſquels on remarque pluſieurs petits trous ronds, gros comme les grains de mine, ne ſont pas des laitiers proprement dits, mais de la mine brûlée qui ne s'eſt pas fondue.

Il y a encore pluſieurs attentions néceſſaires, & quelques précautions à prendre pour fondre les mines de fer avec la plus grande économie. Je ſuis parvenu, après un grand nombre d'eſſais réitérés, à ne conſommer qu'une livre ſept onces & demie, ou tout au plus une livre huit onces de charbon pour une livre de fonte; car avec deux mille huit cents quatre-vingts livres de charbon, lorſque mon fourneau eſt pleinement aminé, j'obtiens conſtamment des gueuſes de dix-huit cents ſoixante-quinze, dix-neuf cents & dix-neuf cents cinquante livres, & je crois que c'eſt le plus haut point d'économie auquel on puiſſe arriver; car M. Robert, qui, de tous les maîtres de cet art, eſt peut-être celui qui, par le moyen de ſon lavoir, a le plus épuré ſes mines, conſommoit néanmoins une livre dix onces de charbon pour chaque livre de fonte, & je doute que la qualité de ſes fontes fût auſſi parfaite que celle des miennes; mais cela dépend, comme je viens de le dire, d'un grand nombre d'obſervations & de précautions dont je vais indiquer les principales.

1.° La cheminée du fourneau, depuis la cuve juſqu'au gueulard doit être circulaire & non pas à huit pans,

comme étoit le fourneau de M. Robert, ou quarrée comme le ſont les cheminées de la plupart des fourneaux en France; il eſt bien aiſé de ſentir que dans un quarré la chaleur ſe perd dans les angles ſans réagir ſur la mine, & que par conſéquent on brûle plus de charbon pour en fondre la même quantité.

2.° L'ouverture du gueulard ne doit être que de la moitié du diamètre de la largeur de la cuve du fourneau, j'ai fait des fondages avec de très-grands & de très-petits gueulards; par exemple, de 3 pieds $\frac{1}{2}$ de diamètre, la cuve n'ayant que 5 pieds de diamètre, ce qui eſt à peu-près la proportion des fourneaux de Suède; & j'ai vu que chaque livre de fonte, conſommoit près de deux livres de charbon. Enſuite ayant rétréci la cheminée du fourneau, & laiſſant toujours à la cuve un diamètre de 5 pieds, j'ai réduit le gueulard à 2 pieds de diamètre, & dans ce fondage j'ai conſommé une livre treize onces de charbon pour chaque livre de fonte. La proportion qui m'a le mieux réuſſi, & à laquelle je me ſuis tenu, eſt celle de 2 pieds $\frac{1}{2}$ de diamètre au gueulard, ſur 5 pieds à la cuve, la cheminée formant un cône droit, portant ſur des gueuſes circulaires depuis la cuve au gueulard, le tout conſtruit avec des briques capables de réſiſter au plus grand feu. Je donnerai ailleurs la compoſition de ces briques, & les détails de la conſtruction du fourneau, qui eſt toute différente de ce qui s'eſt pratiqué juſqu'ici, ſur-tout pour la partie qu'on appelle *l'ouvrage dans le fourneau.*

3.° La manière de charger le fourneau ne laiſſe pas d'influer

d'influer beaucoup plus qu'on ne croit sur le produit de la fusion ; au lieu de charger, comme c'est l'usage, toujours du côté de la rustine, & de laisser couler la mine en pente, de manière que ce côté de rustine est constamment plus chargé que les autres, il faut la placer au milieu du gueulard, l'élever en cône obtus, & ne jamais interrompre le cours de la flamme qui doit toujours envelopper le tas de mine tout autour, & donner constamment le même degré de feu ; par exemple, je fais charger communément six paniers de charbon de quarante livres chacun, sur huit mesures de mines de cinquante-cinq livres chacune, & je fais couler à douze charges ; j'obtiens communément dix-neuf cents vingt-cinq livres de fonte de la meilleure qualité ; on commence, comme par-tout ailleurs, à mettre le charbon, j'observe seulement de ne me servir au fourneau que de charbon de bois de chêne, & je laisse pour les affineries le charbon des bois plus doux. On jette d'abord cinq paniers de ce gros charbon de bois de chêne, & le dernier panier qu'on impose sur les cinq autres, doit être d'un charbon plus menu que l'on entasse & brise avec un rable, pour qu'il remplisse exactement les vuides que laissent entr'eux les gros charbons ; cette précaution est nécessaire pour que la mine, dont les grains sont très-menus, ne perce pas trop vîte, & n'arrive pas trop tôt au bas du fourneau ; c'est aussi par la même raison, qu'avant d'imposer la mine sur ce dernier charbon, qui doit être non pas à fleur du gueulard, mais à deux pouces au-dessous ; il faut, suivant la nature de la mine, répandre

une portion de la caſtine ou de l'aubuë, néceſſaire à la fuſion, ſur la ſurface du charbon; cette couche de matière ſoutient la mine & l'empêche de percer. Enſuite on impoſe au milieu de l'ouverture une meſure de mine qui doit être mouillée, non pas aſſez pour tenir à la main, mais aſſez pour que les grains aient entr'eux quelque adhérence, & faſſent quelques petites pelottes; ſur cette première meſure de mine, on en met une ſeconde & on relève le tout en cône, de manière que la flamme l'enveloppe en entier, & s'il y a quelques points dans cette circonférence où la flamme ne perce pas, on enfonce un petit ringard pour lui donner jour, afin d'en entretenir l'égalité tout autour de la mine. Quelques minutes après, lorſque le cône de mine eſt affaiſſé de moitié ou des deux tiers, on impoſe de la même façon une troiſième & une quatrième meſure qu'on relève de même, & ainſi de ſuite juſqu'à la huitième meſure. On emploie quinze ou vingt minutes à charger ſucceſſivement la mine; cette manière eſt meilleure & bien plus profitable que la façon ordinaire qui eſt en uſage, par laquelle on ſe preſſe de jeter, & toujours du même côté, la mine tout enſemble en moins de trois ou quatre minutes.

4.° La conduite du vent contribue beaucoup à l'augmentation du produit de la mine & de l'épargne du charbon; il faut dans le commencement du fondage donner le moins de vent qu'il eſt poſſible, c'eſt-à-dire, à peu-près ſix coups de ſoufflets par minute, & augmenter peu-à-peu le mouvement pendant les quinze premiers

jours, au bout desquels on peut aller jusqu'à onze & même jusqu'à douze coups de soufflets par minute; mais il faut encore que la grandeur des soufflets soit proportionnée à la capacité du fourneau, & que l'orifice de la tuyère soit placé d'un tiers plus près de la rustine que de la timpe, afin que le vent ne se porte pas trop du côté de l'ouverture qui donne passage au laitier. Les buses des soufflets doivent être posées à six ou sept pouces en dedans de la tuyère, & le milieu du creuset doit se trouver à l'aplomb du centre du gueulard; de cette manière le vent circule à peu-près également dans toute la cavité du fourneau, & la mine descend, pour ainsi dire, à-plomb & ne s'attache que très-rarement & en petite quantité aux parois du fourneau; dès-lors il s'en brûle très-peu, & l'on évite les embarras qui se forment souvent par cette mine attachée, & les bouillonnemens qui arrivent dans le creuset lorsqu'elle vient à se détacher & y tomber en masse; mais je renvoie les détails de la construction & de la conduite des fourneaux à un autre Mémoire, parce que ce sujet exige une très-longue discussion. Je pense que j'en ai dit assez pour que les maîtres de forges, puissent m'entendre & changer ou perfectionner leurs méthodes d'après la mienne. J'ajouterai seulement que par les moyens que je viens d'indiquer, & en ne pressant pas le feu, en ne cherchant point à accélérer les coulées, en n'augmentant de mine qu'avec précaution, en se tenant toujours au-dessous de la quantité qu'on pourroit charger, on sera sûr d'avoir

de très-bonne fonte grife, dont on tirera d'excellent fer, & qui fera toujours de même qualité de quelque mine qu'il provienne; je puis l'affurer de toutes les mines en grain, puifque j'ai fur cela l'expérience la plus conftante & les faits les plus réitérés. Mes fers, depuis cinq ans, n'ont jamais varié pour la qualité, & néanmoins j'ai employé fept efpèces de mine différentes; mais je n'ai garde d'affurer de même que les mines de fer en roche donneroient comme celles en grain du fer de même qualité, car celles qui contiennent du cuivre, ne peuvent guère produire que du fer aigre & caffant, de quelque manière qu'on voulût les traiter; parce qu'il eft comme impoffible de les purger de ce métal, dont le moindre mélange gâte beaucoup la qualité du fer; celles qui contiennent des pyrites & beaucoup de foufre, demanderoient à être traitées dans des petits fourneaux prefque ouverts, ou à la manière des forges des Pyrénées; mais comme toutes les mines en grains, du moins toutes celles que j'ai eu occafion d'examiner, (& j'en ai vu beaucoup, m'en étant procuré d'un grand nombre d'endroits) ne contiennent ni cuivre ni foufre: on fera certain d'avoir du très-bon fer & de la même qualité en fuivant les procédés que je viens d'indiquer. Et comme ces mines en grain font, pour ainfi dire, les feules que l'on exploite en France, & qu'à l'exception des provinces du Dauphiné, de Bretagne, du Rouffillon, du pays de Foix, &c. où l'on fe fert de mine en roche, prefque toutes nos autres provinces n'ont que des mines en grain; les procédés

que je viens de donner pour le traitement de ces mines en grain, ſeront plus généralement utiles au royaume, que les manières particulières de traiter les mines en roche, dont d'ailleurs on peut s'inſtruire dans Swedenborg, & dans quelques autres Auteurs.

Ces procédés, que tous les gens qui connoiſſent les forges, peuvent entendre aiſément, ſe réduiſent à ſéparer d'abord, autant qu'il ſera poſſible, toutes les matières étrangères qui ſe trouvent mêlées avec la mine; ſi l'on pouvoit en avoir le grain pur & ſans aucun mélange, tous les fers, dans tout pays, ſeroient exactement de la même qualité; je me ſuis aſſuré, par un grand nombre d'eſſais, que toutes les mines en grains, ou plutôt que tous les grains des différentes mines, ſont à très-peu près de la même ſubſtance. Le fer eſt un dans la Nature, comme l'or & tous les autres métaux: & dans les mines en grain les différences qu'on y trouve ne viennent pas de la matière qui compoſe le grain, mais de celles qui ſe trouvent mêlées avec les grains & que l'on n'en ſépare pas avant de les faire fondre. La ſeule différence que j'aie obſervée entre les grains des différentes mines que j'ai fait trier un à un pour faire mes eſſais, c'eſt que les plus petits ſont ceux qui ont la plus grande peſanteur ſpécifique, & par conſéquent ceux qui, ſous le même volume, contiennent le plus de fer; il y a communément une petite cavité au centre de chaque grain; plus ils ſont gros, plus ce vuide eſt grand; il n'augmente pas comme le volume ſeulement, mais en bien plus grande proportion;

en ſorte que les plus gros grains ſont à peu-près comme les géodes ou pierres d'aigle, qui ſont elles-mêmes des gros grains de mine de fer, dont la cavité intérieure eſt très-grande; ainſi les mines en grains très-menus, ſont ordinairement les plus riches; j'en ai tiré juſqu'à 49 & 50 par cent de fer en gueuſe, & je ſuis perſuadé que ſi je les avois épurées en entier, j'aurois obtenu plus de ſoixante par cent; car il y reſtoit environ un cinquième de ſable vitreſcible auſſi gros & à peu-près auſſi peſant que le grain, & que je n'avois pu ſéparer; ce cinquième déduit ſur cent, reſte quatre-vingts, dont ayant tiré cinquante, on auroit par conſéquent obtenu ſoixante-deux & demi. On demandera peut-être comment je pouvois m'aſſurer qu'il ne reſtoit qu'un cinquième de matières hétérogènes dans la mine, & comment il faut faire en général pour reconnoître cette quantité : cela n'eſt point du tout difficile; il ſuffit de peſer exactement une demi-livre de la mine, la livrer enſuite à une petite perſonne attentive, once par once & lui en faire trier tous les grains un à un; ils ſont toujours très-reconnoiſſables par leur luiſant métallique; & lorſqu'on les a tous triés, on pèſe les grains d'un côté & les ſablons de l'autre pour reconnoître la proportion de leurs quantités.

Les Métallurgiſtes qui ont parlé des mines de fer en roche, diſent qu'il y en a quelques-unes de ſi riches, qu'elles donnent 70 & même 75 & davantage de fer en gueuſe par cent : cela ſemble prouver que ces mines en roche ſont en effet plus abondantes en fer que les mines

en grain. Cependant j'ai quelque peine à le croire, & ayant consulté les Mémoires de feu M. Jars, qui a fait en Suède des observations exactes sur les mines, j'ai vu que selon lui les plus riches ne donnent que cinquante pour cent de fonte en gueuse. J'ai fait venir des échantillons de plusieurs mines de Suède, de celles des Pyrénées & de celles d'Alvard en Dauphiné, que M. le comte de Baral a bien voulu me procurer, en m'envoyant la note ci-jointe *(f)*, & les ayant comparées à la balance hydrostatique avec nos mines en grain, elles se sont à la vérité trouvées plus pesantes; mais cette épreuve n'est pas concluante, à cause de la cavité qui se trouve dans

(f) « La terre d'Alvard est » composée du bourg d'Alvard & » de cinq paroisses, dans lesquelles » il peut y avoir près de six mille » personnes toutes occupées, soit » à l'exploitation des mines, soit » à convertir les bois en charbon » & aux travaux des fourneaux, » forges & martinets; la hauteur » des montagnes est pleine de » rameaux de mines de fer, & elles » y sont si abondantes qu'elles » fournissent des mines à toute la » province de Dauphiné. Les » qualités en sont si fines & si » pures, qu'elles ont toujours été » absolument nécessaires pour la » Fabrique royale de canons de » Saint-Gervais, d'où l'on vient les chercher à grands frais; ces « mines sont toutes répandues dans « le cœur des roches où elles « forment des rameaux, & dans « lesquelles elles se renouvellent « par une végétation continuelle. «

Le fourneau est situé dans le « centre des bois & des mines, « c'est l'eau qui souffle le feu, & « les courans d'eau sont immenses. « Il n'y a par conséquent aucun « soufflet, mais l'eau tombe dans « des arbres creusés dans de grands « tonneaux, y attire une quantité « d'air immense qui va par un « conduit souffler le fourneau, « l'eau plus pesante s'enfuit par « d'autres conduits. »

chaque grain de nos mines, dont on ne peut pas eſtimer au juſte, ni même à peu-près le rapport avec le volume total du grain. Et l'épreuve chimique que M. Sage a faite, à ma prière, d'un morceau de mine de fer cubique, ſemblable à celui de Sibérie, que mes tireurs de mine ont trouvé dans le territoire de Montbard, ſemble confirmer mon opinion. M. Sage n'en ayant tiré que cinquante pour cent *(g)*; cette mine eſt toute différente de nos mines en grain, le fer y étant contenu en maſſes de figure cubique, au lieu que tous nos grains ſont toujours plus ou moins arrondis, & que quand ils forment une maſſe, ils ne ſont pour ainſi dire qu'aglutinés par un ciment terreux facile à diviſer; au lieu que dans cette mine cubique, ainſi que dans toutes les autres vraies mines en roche, le fer

(g) Cette mine eſt brune, fait feu avec le briquet, & eſt minéraliſée par l'acide marin; on remarque dans ſa fracture des petits points brillans de pyrites martiales, dans les fentes on trouve des cubes de fer de deux lignes de diamètre, dont les ſurfaces ſont ſtriées, les ſtries ſont oppoſées ſuivant les faces; ce caractère ſe remarque dans les mines de fer de Sibérie, cette mine eſt abſolument ſemblable à celles de ce pays, par la couleur, la configuration des criſtaux & les minéraliſations, elle en diffère en ce qu'elle ne contient point d'or.

Par la diſtillation au fourneau de réverbère, j'ai retiré de ſix cents grains de cette mine vingt gouttes d'eau inſipide & très-claire, j'avois enduit d'huile de tartre par défaillance, le récipient que j'avois adapté à la cornue; la diſtillation finie, je l'ai trouvé obſcurci par des criſtaux cubiques de ſel fébrifuge de *Sylvius*.

Le réſidu de la diſtillation étoit d'un rouge-pourpre, & avoit diminué de dix livres par quintal.

J'ai retiré de cette mine cinquante-deux livres de fer par quintal, il étoit très-ductile.

eſt intimément uni avec les autres matières qui compoſent leur maſſe. J'aurois bien deſiré faire l'épreuve en grand de cette mine cubique, mais on n'en a trouvé que quelques petits morceaux diſperſés çà & là dans les fouilles des autres mines, & il m'a été impoſſible d'en raſſembler aſſez pour en faire l'eſſai dans mes fourneaux.

Les eſſais en grand des différentes mines de fer, ſont plus difficiles & demandent plus d'attention qu'on ne l'imagineroit. Lorſqu'on veut fondre une nouvelle mine, & en comparer au juſte le produit avec celui des mines dont on uſoit précédemment, il faut prendre le temps où le fourneau eſt en plein exercice, & s'il conſomme dix meſures de mine par charge, ne lui en donner que ſept ou huit de la nouvelle mine; il m'eſt arrivé d'avoir fort embarraſſé mon fourneau faute d'avoir pris cette précaution, parce qu'une mine dont on n'a point encore uſé, peut exiger plus de charbon qu'une autre, ou plus ou moins de vent, plus ou moins de caſtine, & pour ne rien riſquer il faut commencer par une moindre quantité, & charger ainſi juſqu'à la première coulée. Le produit de cette première coulée eſt une fonte mélangée environ par moitié de la mine ancienne & de la nouvelle; & ce n'eſt qu'à la ſeconde, & quelquefois même à la troiſième coulée que l'on a ſans mélange la fonte produite par la nouvelle mine; ſi la fuſion s'en fait avec ſuccès, c'eſt-à-dire ſans embarraſſer le fourneau, & ſi les charges deſcendent promptement, on augmentera la quantité de mine par demi-meſure, non pas de charge en charge, mais ſeulement

de coulées en coulées, jusqu'à ce qu'on parvienne au point d'en mettre la plus grande quantité qu'on puisse employer sans gâter sa fonte. C'est ici le point essentiel, & auquel tous les gens de cet art manquent par raison d'intérêt: comme ils ne cherchent qu'à faire la plus grande quantité de fonte, sans trop se soucier de la qualité; qu'ils payent même leur fondeur au millier, & qu'ils en sont d'autant plus contens, que cet ouvrier coule plus de fonte toutes les vingt-quatre heures; ils ont coutume de faire charger le fourneau d'autant de mine qu'il peut en supporter sans s'obstruer; & par ce moyen au lieu de quatre cents milliers de bonne fonte qu'ils feroient en quatre mois, ils en font dans ce même espace de temps cinq ou six cents milliers. Cette fonte toujours très-cassante & très-blanche, ne peut produire que du fer très-médiocre ou mauvais; mais comme le débit en est plus assuré que celui du bon fer qu'on ne peut pas donner au même prix, & qu'il y a beaucoup plus à gagner, cette mauvaise pratique s'est introduite dans presque toutes les forges, & rien n'est plus rare que les fourneaux où l'on fait de bonnes fontes. On verra dans le Mémoire suivant, où je rapporte les expériences que j'ai faites au sujet des canons de la marine, combien les bonnes fontes sont rares, puisque celles même dont on se sert pour les canons, n'est pas à beaucoup près d'une aussi bonne qualité qu'on pourroit & qu'on devroit la faire.

Il en coûte à peu-près un quart de plus pour faire de la bonne fonte que pour en faire de la mauvaise; ce quart, que dans la plupart de nos provinces, on peut

évaluer à dix francs par millier, produit une différence de quinze francs ſur chaque millier de fer, & ce bénéfice qu'on ne fait qu'en trompant le public, c'eſt-à-dire, en lui donnant de la mauvaiſe marchandiſe, au lieu de lui en fournir de la bonne, ſe trouve encore augmenté de près du double par la facilité avec laquelle ces mauvaiſes fontes coulent à l'affinerie, elles demandent beaucoup moins de charbon & encore moins de travail pour être converties en fer; de ſorte qu'entre la fabrication du bon fer & du mauvais fer, il ſe trouve néceſſairement, & tout au moins une différence de vingt-cinq francs. Et néanmoins dans le commerce, tel qu'il eſt aujourd'hui & depuis pluſieurs années, on ne peut eſpérer de vendre le bon fer que dix francs tout au plus au-deſſus du mauvais; il n'y a donc que les gens qui veulent bien, pour l'honneur de leur manufacture, perdre quinze francs par millier de fer, c'eſt-à-dire, environ deux mille écus par an, qui faſſent de bon fer. Perdre, c'eſt-à-dire, gagner moins; car avec de l'intelligence, & en ſe donnant beaucoup de peine, on peut encore trouver quelque bénéfice en faiſant du bon fer, mais ce bénéfice eſt ſi médiocre, en comparaiſon du gain qu'on fait ſur le fer commun, qu'on doit être étonné qu'il y ait encore quelques manufactures qui donnent du bon fer. En attendant qu'on réforme cet abus, ſuivons toujours notre objet; ſi l'on n'écoute pas ma voix aujourd'hui, quelque jour on y obéira en conſultant mes écrits, & l'on ſera fâché d'avoir attendu ſi long-temps à faire un bien qu'on

pourroit faire dès demain, en proſcrivant l'entrée des fers étrangers dans le royaume, ou en diminuant les droits de la marque des fers.

Si l'on veut donc avoir, je ne dis pas de la fonte parfaite & telle qu'il la faudroit pour les canons de la marine, mais ſeulement de la fonte aſſez bonne pour faire du fer liant, moitié nerf & moitié grain, du fer en un mot auſſi bon & meilleur que les fers étrangers; on y parviendra très-aiſément par les procédés que je viens d'indiquer. On a vu dans le quatrième Mémoire, où j'ai traité de la ténacité du fer, combien il y a de différence pour la force & pour la durée entre le bon & le mauvais fer, mais je me borne dans celui-ci à ce qui a rapport à la fuſion des mines & à leur produit en fonte: pour m'aſſurer de leur qualité & reconnoître en même temps ſi elle ne varie pas, mes gardes-fourneaux ne manquent jamais de faire un petit enfoncement horizontal d'environ trois pouces de profondeur à l'extrémité antérieure du moule de la gueuſe; on caſſe le petit morceau lorſqu'on la ſort du moule, & on l'enveloppe d'un morceau de papier portant le même numéro que celui de la gueuſe; j'ai de chacun de mes fondages deux ou trois cents de ces morceaux numérotés, par leſquels je connois non-ſeulement le grain & la couleur de mes fontes, mais auſſi la différence de leur peſanteur ſpécifique, & par-là je ſuis en état de prononcer d'avance ſur la qualité du fer que chaque gueuſe produira; car quoique la mine ſoit la même & qu'on ſuive les mêmes procédés au fourneau, le changement

de la température de l'air, le haussement ou le baissement des eaux, le jeu des soufflets plus ou moins soutenu, les retardemens causés par les glaces ou par quelque accident aux roues, aux harnois ou à la tuyère, & au creuset du fourneau, rendent la fonte assez différente d'elle-même, pour qu'on soit forcé d'en faire un choix si l'on veut avoir du fer toujours de même qualité. En général il faut pour qu'il soit de cette bonne qualité, que la couleur de la fonte soit d'un gris un peu brun, que le grain en soit presque aussi fin que celui de l'acier commun, que le poids spécifique soit d'environ 504 ou 505 livres par pied cube, & qu'en même temps elle soit d'une si grande résistance, qu'on ne puisse casser les gueuses avec la masse.

Tout le monde sait que quand on commence un fondage, on ne met d'abord qu'une petite quantité de mine, un sixième, un cinquième & tout au plus un quart de la quantité qu'on mettra dans la suite, & qu'on augmente peu-à-peu cette première quantité pendant les premiers jours, parce qu'il en faut au moins quinze pour que le fond du fourneau soit échauffé; on donne aussi assez peu de vent dans ces commencemens, pour ne pas détruire le creuset & les étalages du fourneau en leur faisant subir une chaleur trop vive & trop subite; il ne faut pas compter sur la qualité des fontes que l'on tire pendant ces premiers quinze ou vingt jours; comme le fourneau n'est pas encore réglé, le produit en varie suivant les différentes circonstances, mais lorsque le fourneau a acquis le degré de chaleur suffisant, il faut bien examiner la fonte & s'en tenir à la quantité de

mine qui donne la meilleure ; une meſure ſur dix ſuffit ſouvent pour en changer la qualité ; ainſi l'on doit toujours ſe tenir au-deſſous de ce que l'on pourroit fondre avec la même quantité de charbon qui ne doit jamais varier ſi l'on conduit bien ſon fourneau. Mais je réſerve les détails de cette conduite du fourneau, & tout ce qui regarde ſa forme & ſa conſtruction pour l'article où je traiterai du fer en particulier, dans l'hiſtoire des minéraux, & je me bornerai ici aux choſes les plus générales & les plus eſſentielles de la fuſion des mines.

Le fer étant, comme je l'ai dit, toujours de même nature dans toutes les mines en grain, on ſera donc ſûr, en les nettoyant & en les traitant comme je viens de le dire, d'avoir toujours de la fonte d'une bonne & même qualité ; on le reconnoîtra, non-ſeulement à la couleur, à la fineſſe du grain, à la peſanteur ſpécifique, mais encore à la ténacité de la matière ; la mauvaiſe fonte eſt très-caſſante, & ſi l'on veut en faire des plaques minces & des côtés de cheminées, le ſeul coup de l'air les fait fendre au moment que ces pièces commencent à ſe refroidir, au lieu que la bonne fonte ne caſſe jamais quelque mince qu'elle ſoit. On peut même reconnoître au ſon la bonne ou la mauvaiſe qualité de la fonte, celle qui ſonne le mieux eſt toujours la plus mauvaiſe, & lorſqu'on veut en faire des cloches, il faut pour qu'elles réſiſtent à la percuſſion du battant, leur donner plus d'épaiſſeur qu'aux cloches de bronze, & choiſir de préférence une mauvaiſe fonte, car la bonne ſonneroit mal.

Au reſte, la fonte de fer n'eſt point encore un métal, ce n'eſt qu'une matière mêlée de fer & de verre, qui eſt bonne ou mauvaiſe, ſuivant la quantité dominante de l'un ou de l'autre. Dans toutes les fontes noires, brunes & griſes, dont le grain eſt fin & ſerré, il y a beaucoup plus de fer que de verre ou d'autre matière hétérogène ; dans toutes les fontes blanches, où l'on voit plutôt des lames & des écailles que des grains, le verre eſt peut-être plus abondant que le fer ; c'eſt par cette raiſon qu'elles ſont plus légères & très-caſſantes. Le fer qui en provient conſerve les mêmes qualités. On peut à la vérité corriger un peu cette mauvaiſe qualité de la fonte par la manière de la traiter à l'affinerie, mais l'art du marteleur eſt comme celui du fondeur, un pauvre petit métier, dont il n'y a que les maîtres de forge ignorans qui ſoient dupes ; jamais la mauvaiſe fonte ne peut produire d'auſſi bon fer que la bonne. Jamais le marteleur ne peut réparer pleinement ce que le fondeur a gâté.

Cette manière de fondre la mine de fer & de la faire couler en gueuſes, c'eſt-à-dire, en gros lingots de fonte, quoique la plus générale, n'eſt peut-être pas la meilleure ni la moins diſpendieuſe ; on a vu par le réſultat des expériences que j'ai citées dans ce Mémoire, qu'on peut faire d'excellent fer, & même de très-bon acier ſans les faire paſſer par l'état de la fonte. Dans nos provinces voiſines des Pyrénées, en *Eſpagne*, en *Italie*, en *Stirie* & dans quelques autres endroits, on tire immédiatement le fer de la mine ſans le faire couler en fonte. On fond

ou plutôt on ramollit la mine ſans fondant, c'eſt-à-dire, ſans caſtine, dans des petits fourneaux dont je parlerai dans la ſuite ; & on en tire des loupes ou des maſſes de fer déjà pur, qui n'a point paſſé par l'état de la fonte, qui s'eſt formé par une demi-fuſion, par une eſpèce de coagulation de toutes les parties ferrugineuſes de la mine : ce fer fait par coagulation eſt certainement le meilleur de tous, on pourroit l'appeler *fer à 24 karats,* car au ſortir du fourneau il eſt déjà preſque auſſi pur que celui de la fonte qu'on a purifiée par deux chaudes au feu de l'affinerie. Je crois donc cette pratique excellente, je ſuis même perſuadé que c'eſt la ſeule manière de tirer immédiatement de l'acier de toutes les mines, comme je l'ai fait dans mes fourneaux de 14 pieds de hauteur ; mais n'ayant fait exécuter que l'été dernier 1772, les petits fourneaux des Pyrénées, d'après un Mémoire envoyé à l'Académie des Sciences, j'y ai trouvé des difficultés qui m'ont arrêté, & me forcent à renvoyer à un autre Mémoire tout ce qui a rapport à cette manière de fondre les mines de fer.

DIXIÈME MÉMOIRE.

OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES faites dans la vue d'améliorer les Canons de la Marine.

LES canons de la Marine ſont de fonte de fer, en France comme en Angleterre, en Hollande & par-tout ailleurs : Deux motifs ont pu donner également naiſſance à cet uſage ; le premier eſt celui de l'économie ; un canon de fer coulé, coûte beaucoup moins qu'un canon de fer battu, & encore beaucoup moins qu'un canon de bronze ; & cela ſeul a peut-être ſuffi pour les faire préférer, d'autant que le ſecond motif vient à l'appui du premier. On prétend, & je ſuis très-porté à le croire, que les canons de bronze, dont quelques-uns de nos vaiſſeaux de parade ſont armés, rendent dans l'inſtant de l'exploſion un ſon ſi violent, qu'il en réſulte dans l'oreille de tous les habitans du vaiſſeau un tintement aſſourdiſſant, qui leur feroit perdre en peu de temps le ſens de l'ouïe. On aſſure d'autre côté que les canons de fer battu ſur leſquels on pourroit, par l'épargne de la matière, regagner une partie des frais de la fabrication, ne doivent point être employés ſur les vaiſſeaux, par cette raiſon même de leur légèreté qui paroîtroit devoir les faire préférer ; l'exploſion les fait ſauter dans les ſabords, où l'on ne peut, dit-on, les retenir invinciblement, ni même aſſez

pour les diriger à coup sûr. Si cet inconvénient n'est pas réel, ou si l'on pouvoit y parer, nul doute que les canons de fer forgé ne dussent être préférés à ceux de fer coulé; ils auroient moitié plus de légèreté & plus du double de résistance: Le Maréchal de Vauban en avoit fait fabriquer de très-beaux, dont il restoit encore ces années dernieres quelques tronçons à la manufacture de Charleville *(a)*. Le travail n'en seroit pas plus difficile que

(a) Une personne très-versée dans la connoissance de l'art des forges, m'a donné la note suivante.

« Il me paroît que l'on peut » faire des canons de fer battu, » qui seroient beaucoup plus sûrs » & plus légers que les canons de » fer coulé, & voici les proportions » sur lesquelles il faudroit en tenter » les expériences.

» Les canons de fer battu, de » quatre livres de balles, auront » sept pouces & demi d'épaisseur » à leur plus grand diamètre.

» Ceux de huit, dix pouces.

» Ceux de douze, un pied.

» Ceux de vingt-quatre livres, » quatorze pouces.

» Ceux de trente-six livres, 16 » pouces $\frac{1}{2}$.

» Ces proportions sont plutôt » trop fortes que trop foibles, » peut-être pourra-t-on les réduire » à 6 pouces $\frac{1}{2}$ pour les canons de » 4; ceux de huit livres, à 8 pouces $\frac{1}{2}$; ceux de douze livres, « à 9 pouces $\frac{1}{2}$; ceux de vingt- « quatre, à 12 pouces; & ceux « de trente-six, à 14 pouces. «

Les longueurs pour les canons « de quatre, seront de 5 pieds $\frac{1}{2}$; « ceux de huit, de 7 pieds de « longueur; ceux de douze livres, « 7 pieds 9 pouces de longueur; « ceux de vingt-quatre, 8 pieds « 9 pouces; ceux de trente-six, « 9 pieds 2 pouces de longueur. «

L'on pourroit même diminuer « ces proportions de longueur « assez considérablement sans que « le service en souffrît, c'est-à-dire, « faire les canons de quatre, de 5 « pieds de longueur seulement; « ceux de huit livres, de 6 pieds « 8 pouce de longueur; ceux de « douze livres, à 7 pieds de lon- « gueur; ceux de vingt-quatre, « à 7 pieds 10 pouces; & ceux de « trente-six, à 8 pieds, & peut- « être même encore au-dessous. «

celui des ancres, & une manufacture aussi bien montée pour cet objet, que l'est celle* de M. de la Chaussade, pour les ancres, pourroit être d'une très-grande utilité.

Quoi qu'il en soit, comme ce n'est pas l'état actuel des choses, nos observations ne porteront que sur les canons de fer coulé; on s'est beaucoup plaint dans ces derniers temps de leur peu de résistance: malgré la rigueur des épreuves, quelques-uns ont crevé sur nos vaisseaux; accident terrible & qui n'arrive jamais sans grand dommage

* A Guerigny près de Nevers.

» Or, il ne paroît pas bien difficile 1.° de faire des canons de quatre livres qui n'auroient que 5 pieds de longueur, sur 6 pouces $\frac{1}{2}$ d'épaisseur dans leur plus grand diamètre; il suffiroit pour cela de souder ensemble quatre barres de 3 pouces forts en quarré, & d'en former un cylindre massif de 6 pouces $\frac{1}{2}$ de diamètre, sur 5 pieds de longueur; & comme cela ne seroit pas praticable dans les chaufferies ordinaires, ou du moins que cela deviendroit très-difficile, il faudroit établir des fourneaux de réverbère, où l'on pourroit chauffer ces barres dans toute leur longueur pour les souder ensuite ensemble, sans être obligé de les remettre plusieurs fois au feu. Ce cylindre une fois formé, il sera facile de le forer & tourner, car le fer battu obéit bien plus aisément au foret que le fer coulé. «

Pour les canons de huit livres qui ont 6 pieds 8 pouces de longueur, sur 8 pouces $\frac{1}{2}$ d'épaisseur, il faudroit souder ensemble neuf barres de 3 pouces foibles en quarré chacune, en les faisant toutes chauffer ensemble au même fourneau de réverbère, pour en faire un cylindre plein de 8 pouces $\frac{1}{2}$ de diamètre. «

Pour les canons de douze livres de balles qui doivent avoir 10 pouces $\frac{1}{2}$ d'épaisseur, on pourra les faire avec neuf barres de 3 pouces $\frac{1}{2}$ quarrés, que l'on soudera toutes ensemble par les mêmes moyens. «

& perte de plusieurs hommes. Le Ministère voulant remédier à ce mal ou plutôt le prévenir pour la suite, informé que je faisois à mes forges des expériences sur la qualité de la fonte, me demanda mes conseils en 1768, & m'invita à travailler sur ce sujet important; je m'y livrai avec zèle, & de concert avec M. le vicomte de Morogues, homme très-éclairé; je donnai, dans ce temps & dans les deux années suivantes, quelques observations au Ministre, avec les expériences faites & celles qui restoient

---

» Et pour les canons de vingt-quatre, avec seize barres de 3 pouces en quarré.

» Comme l'exécution de cette espèce d'ouvrage devient beaucoup plus difficile pour les gros canons que pour les petits, il sera juste & nécessaire de les payer à proportion plus cher.

» Le prix du fer battu est ordinairement de deux tiers plus haut que celui du fer coulé. Si l'on paye vingt francs le quintal les canons de fer coulé, il faudra donc payer ceux-ci soixante livres le quintal; mais comme ils seront beaucoup plus minces que ceux de fer coulé, je crois qu'il seroit possible de les faire fabriquer à quarante livres le quintal & peut-être au-dessous.

» Mais quand même ils coûteroient quarante livres, il y auroit encore beaucoup à gagner, 1.° « pour la sûreté du service, car ces « canons ne creveroient pas, ou « s'ils venoient à crever, ils n'écla- « teroient jamais & ne feroient que « se fendre, ce qui ne causeroit « aucun malheur. «

2.° Ils résisteroient beaucoup « plus à la rouille, & dureroient « pendant des siècles, ce qui est « un avantage très-considérable. «

3.° Comme on les foreroit « aisément, la direction de l'ame « en seroit parfaite. «

4.° Comme la matière en est « homogène par-tout, il n'y auroit « jamais ni cavités ni chambres. «

5.° Enfin comme ils seroient « beaucoup plus légers, ils chargeroient beaucoup moins, tant « sur mer que sur terre, & seroient « plus aisés à manœuvrer. »

à faire pour perfectionner les canons ; j'en ignore aujourd'hui le résultat & le succès ; le Ministre de la marine ayant changé, je n'ai plus entendu parler ni d'expériences ni de canons. Mais cela ne doit pas m'empêcher de donner sans qu'on me le demande, les choses utiles que j'ai pu trouver en m'occupant pendant deux à trois ans de ce travail ; & c'est ce qui fera le sujet de ce Mémoire, qui tient de si près à celui où j'ai traité de la fusion des mines de fer qu'on peut l'en regarder comme une suite.

Les canons se fondent en situation perpendiculaire, dans des moules de plusieurs pieds de profondeur, la culasse au fond & la bouche en haut : comme il faut plusieurs milliers de matière en fusion pour faire un gros canon plein & chargé de la masse qui doit le comprimer à sa partie supérieure, on étoit dans le préjugé qu'il falloit deux, & même trois fourneaux, pour fondre du gros canon. Comme les plus fortes gueuses que l'on coule dans les plus grands fourneaux ne sont que de deux mille cinq cents ou tout au plus trois mille livres, & que la matière en fusion ne séjourne jamais que douze ou quinze heures dans le creuset du fourneau, on imaginoit que le double ou le triple de cette quantité de matière en fusion, qu'on seroit obligé de laisser pendant trente-six ou quarante heures dans le creuset avant de la couler, non-seulement pouvoit détruire le creuset, mais même le fourneau par son bouillonnement & son explosion ; au moyen de quoi on avoit pris le parti qui paroissoit le plus prudent, & on couloit les gros canons, en tirant en même temps ou

ſucceſſivement la fonte de deux ou trois fourneaux, placés de maniere que les trois ruiſſeaux de fonte pouvoient arriver en même temps dans le moule.

Il ne faut pas beaucoup de réflexion pour ſentir que cette pratique eſt mauvaiſe; il eſt impoſſible que la fonte de chacun de ces fourneaux ſoit au même degré de chaleur, de pureté, de fluidité; par conſéquent le canon ſe trouve compoſé de deux ou trois matières différentes, en ſorte que pluſieurs de ſes parties, & ſouvent un côté tout entier ſe trouve néceſſairement d'une matière moins bonne & plus foible que le reſte, ce qui eſt le plus grand de tous les inconvéniens en fait de réſiſtance, puiſque l'effort de la poudre agiſſant également de tous côtés, ne manque jamais de ſe faire jour par le plus foible. Je voulus donc eſſayer & voir en effet s'il y avoit quelque danger à tenir pendant plus de temps qu'on ne le fait ordinairement, une plus grande quantité de matière en fuſion: j'attendis pour cela que le creuſet de mon fourneau, qui avoit 18 pouces de largeur, ſur 4 pieds de longueur & 18 pouces de hauteur, fût encore élargi par l'action du feu, comme cela arrive toujours vers la fin du fondage; j'y laiſſai amaſſer de la fonte pendant trente-ſix heures, il n'y eut ni exploſion ni autre bouillonnement que ceux qui arrivent quelquefois quand il tombe des matières crues dans le creuſet; je fis couler après les trente-ſix heures, & l'on eut trois gueuſes, peſant enſemble quatre mille ſix cents livres, d'une très-bonne fonte.

Par une ſeconde expérience, j'ai gardé la fonte pendant

quarante-huit heures sans aucun inconvénient ; ce long séjour ne fait que la purifier davantage, & par conséquent en diminuer le volume en augmentant la masse ; comme la fonte contient une grande quantité de parties hétérogènes, dont les unes se brûlent & les autres se convertissent en verre, l'un des plus grands moyens de la dépurer, est de la laisser séjourner au fourneau.

M'étant donc bien assuré que le préjugé de la nécessité de deux ou trois fourneaux, étoit très-mal fondé, je proposai de réduire à un seul les fourneaux de Ruelle en Angoumois *(b)*, où l'on fond nos gros canons ; ce conseil fut suivi & exécuté par ordre du Ministre ; on fondit sans inconvénient & avec tout succès, à un seul fourneau, des canons de vingt-quatre, & je ne sais si l'on n'a pas fondu depuis des canons de trente-six, car j'ai tout lieu de présumer qu'on réussiroit également. Ce premier point une fois obtenu, je cherchai s'il n'y avoit pas encore

(b) Voici l'extrait de cette proposition faite au Ministre.

Comme les canons de gros calibre, tel que ceux de trente-six & de vingt-quatre, supposent un grand volume de fer en fusion, on se sert ordinairement de trois, ou tout au moins de deux fourneaux pour les couler. La mine fondue dans chacun de ces fourneaux arrive dans le moule par autant de ruisseaux particuliers. Or, cette pratique me paroît avoir les plus grands inconvéniens, car il est certain que chacun de ces fourneaux donne une fonte de différente espèce, en sorte que leur mélange ne peut se faire d'une manière intime ni même en approcher. Pour le voir clairement, ne supposons que deux fourneaux, & que la fonte de l'un arrive à droite, & la fonte de l'autre arrive à gauche dans le moule du canon ; il est certain que l'une de ces deux fontes étant ou plus pesante, ou plus

d'autres caufes qui pouvoient contribuer à la fragilité de nos canons, & j'en trouvai en effet qui y contribuent plus encore que l'inégalité de l'étoffe dont on les compofoit en les coulant à deux ou trois fourneaux.

La première de ces caufes, eft le mauvais ufage qui s'eft établi depuis plus de vingt ans, de faire tourner la furface extérieure des canons, ce qui les rend plus agréables à la vue; il en eft cependant du canon comme du foldat, il vaut mieux qu'il foit robufte qu'élégant; & ces canons tournés, polis & guillochés, ne devoient point en impofer aux yeux des braves Officiers de notre marine; car il me femble qu'on peut démontrer qu'ils font non-feulement beaucoup plus foibles, mais auffi d'une bien moindre durée. Pour peu qu'on foit verfé dans la connoiffance de la fufion des mines de fer, on aura remarqué en coulant des enclumes, des boulets, & à plus forte raifon des canons, que la force centrifuge de la chaleur pouffe à la

légère, ou plus chaude, ou plus froide, ou, &c. que l'autre, elles ne fe mêleront pas, & que par conféquent l'un des côtés du canon fera plus dur que l'autre; que dès-lors il réfiftera moins d'un côté que de l'autre, & qu'ayant le défaut d'être compofé de deux matières différentes, le reffort de ces parties ainfi que leur cohérence ne fera pas égal, & que par conféquent ils réfifteront moins que ceux qui feroient faits d'une matière homogène. Il n'eft pas moins certain que fi l'on veut forer ces canons, le foret trouvant plus de réfiftance d'un côté que de l'autre, fe détournera de la perpendiculaire du côté le plus tendre, & que la direction de l'intérieur du canon, prendra de l'obliquité, &c. il me paroît donc qu'il faudroit tâcher de fondre les canons de fer coulé avec un feul fourneau, & je crois la chofe très-poffible.

circonférence

circonférence la partie la plus maſſive & la plus pure de la fonte, il ne reſte au centre que ce qu'il y a de plus mauvais, & ſouvent même il s'y forme une cavité ; ſur un nombre de boulets que l'on ſera caſſer, on en trouvera plus de moitié qui auront une cavité dans le centre, & dans tous les autres une matière plus poreuſe que le reſte du boulet : on remarquera de plus, qu'il y a pluſieurs rayons qui tendent du centre à la circonférence, & que la matière eſt plus compacte & de meilleure qualité à meſure qu'elle eſt plus éloignée du centre. On obſervera encore que l'écorce du boulet, de l'enclume ou du canon, eſt beaucoup plus dure que l'intérieur ; cette dureté plus grande provient de la trempe que l'humidité du moule donne à l'extérieur de la pièce, & elle pénètre juſqu'à trois lignes d'épaiſſeur dans les petites pièces, & à une ligne & demie dans les groſſes. C'eſt en quoi conſiſte la plus grande force du canon, car cette couche extérieure réunit les extrémités de tous les rayons divergens dont je viens de parler, qui ſont les lignes par où ſe feroit la rupture ; elle ſert de cuiraſſe au canon, elle en eſt la partie la plus pure, & par ſa grande dureté elle contient toutes les parties intérieures qui ſont plus molles, & céderoient ſans cela plus aiſément à la force de l'exploſion. Or, que fait-on lorſque l'on tourne les canons? on commence par enlever au ciſeau, pouſſé par le marteau, toute cette ſurface extérieure que les couteaux du tour ne pourroient entamer, on pénètre dans l'extérieur de la pièce juſqu'au point où elle ſe trouve aſſez douce pour ſe laiſſer tourner,

& on lui enlève en même-temps par cette opération, peut-être un quart de ſa force.

Cette couche extérieure que l'on a ſi grand tort d'enlever, eſt en même-temps la cuiraſſe & la ſauvegarde du canon; non-ſeulement elle lui donne toute la force de réſiſtance qu'il doit avoir, mais elle le défend encore de la rouille qui ronge en peu de temps ces canons tournés; on a beau les luſtrer avec de l'huile, les peindre ou les polir; comme la matière de la ſurface extérieure eſt auſſi tendre que tout le reſte, la rouille y mord avec mille fois plus d'avantage que ſur ceux dont la ſurface eſt garantie par la trempe. Lorſque je fus donc convaincu par mes propres obſervations, du préjudice que portoit à nos canons cette mauvaiſe pratique, je donnai au Miniſtre mon avis motivé pour qu'elle fût proſcrite; mais je ne crois pas qu'on ait ſuivi cet avis, parce qu'il s'eſt trouvé pluſieurs perſonnes, très-éclairées d'ailleurs, & nommément M. de Morogues, qui ont penſé différemment. Leur opinion ſi contraire à la mienne, eſt fondée ſur ce que la trempe rend le fer plus caſſant, & dès-lors ils regardent la couche extérieure comme la plus foible & la moins réſiſtante de toutes les parties de la pièce, & concluent qu'on ne lui fait pas grand tort de l'enlever; ils ajoutent que ſi l'on veut même remédier à ce tort, il n'y a qu'à donner aux canons quelques lignes d'épaiſſeur de plus.

J'avoue que je n'ai pu me rendre à ces raiſons; il faut diſtinguer dans la trempe, comme dans toute autre choſe, pluſieurs états & même pluſieurs nuances. Le fer & l'acier

chauffés à blanc & trempés ſubitement dans une eau très-froide deviennent très-caſſans ; trempés dans une eau moins froide ils ſont beaucoup moins caſſans, & dans de l'eau chaude la trempe ne leur donne aucune fragilité ſenſible. J'ai ſur cela des expériences qui me paroiſſent déciſives. Pendant l'été dernier 1772, j'ai fait tremper dans l'eau de la rivière qui étoit aſſez chaude pour s'y baigner, toutes les barres de fer qu'on forgeoit à un des feux de ma forge, & comparant ce fer avec celui qui n'étoit pas trempé, la différence du grain n'en étoit pas ſenſible, non plus que celle de leur réſiſtance à la maſſe lorſqu'on les caſſoit. Mais ce même fer travaillé de la même façon par les mêmes ouvriers, & trempé cet hiver dans l'eau de la même rivière qui étoit preſque glacée par-tout, eſt non-ſeulement devenu fragile, mais a perdu en même temps tout ſon nerf, en ſorte qu'on auroit cru que ce n'étoit plus le même fer. Or, la trempe qui ſe fait à la ſurface du canon, n'eſt aſſurément pas une trempe à froid, elle n'eſt produite que par la petite humidité qui ſort du moule déjà bien ſéché ; il ne faut donc pas en raiſonner comme d'une autre trempe à froid, ni en conclure qu'elle rend cette couche extérieure beaucoup plus caſſante qu'elle ne le ſeroit ſans cela. Je ſupprime pluſieurs autres raiſons que je pourrois alléguer, parce que la choſe me paroit aſſez claire.

Un autre objet, & ſur lequel il n'eſt pas auſſi aiſé de prononcer affirmativement, c'eſt la pratique où l'on eſt actuellement de couler les canons pleins, pour les forer

ensuite avec des machines difficiles à exécuter, & encore plus difficiles à conduire, au lieu de les couler creux comme on le faisoit autrefois; & dans ce temps nos canons crevoient moins qu'aujourd'hui. J'ai balancé les raisons pour & contre, & je vais les présenter ici. Pour couler un canon creux, il faut établir un noyau dans le moule, & le placer avec la plus grande précision, afin que le canon se trouve par-tout de l'épaisseur requise, & qu'un côté ne soit pas plus fort que l'autre; comme la matière en fusion tombe entre le noyau & le moule, elle a beaucoup moins de force centrifuge; & dès-lors la qualité de la matière est moins inégale dans le canon coulé creux, que dans le canon coulé plein; mais aussi cette matière, par la raison même qu'elle est moins inégale, est au total moins bonne dans le canon creux; parce que les impuretés qu'elle contient s'y trouvent mêlées par-tout, au lieu que dans le canon coulé plein, cette mauvaise matière reste au centre & se sépare ensuite du canon par l'opération des forets. Je penserois donc par cette première raison, que les canons forés doivent être préférés aux canons à noyau. Si l'on pouvoit cependant couler ceux-ci avec assez de précision pour n'être pas obligé de toucher à la surface intérieure; si lorsqu'on tire le noyau, cette surface se trouvoit assez unie, assez égale dans toutes ses directions, pour n'avoir pas besoin d'être calibrée, & par conséquent en partie détruite par l'instrument d'acier, ils auroient un grand avantage sur les autres, parce que dans ce cas la surface intérieure se trouveroit trempée

comme la ſurface extérieure, & dès-lors la réſiſtance de la pièce ſe trouveroit bien plus grande. Mais notre art ne va pas juſque-là, on étoit obligé de ratiſſer à l'intérieur toutes les pièces coulées creux afin de les calibrer : en les forant on ne fait que la même choſe, & on a l'avantage d'ôter toute la mauvaiſe matière qui ſe trouve autour du centre de la pièce coulée plein; matière qui reſte au contraire diſperſée dans toute la maſſe de la pièce coulée creux.

D'ailleurs les canons coulés plein, ſont beaucoup moins ſujets aux ſoufflures, aux chambres, aux gerſures ou fauſſes ſoudures, &c. Pour bien couler les canons à noyau & les rendre parfaits, il faudroit des évents, au lieu que les canons pleins n'en ont aucun beſoin; comme ils ne touchent à la terre ou au ſable dont leur moule eſt composé, que par la ſurface extérieure, qu'il eſt rare ſi ce moule eſt bien preparé, bien ſéché, qu'il s'en détache quelque choſe, que pourvu qu'on ne faſſe pas tomber la fonte trop précipitamment & qu'elle ſoit bien liquide, elle ne retient ni les bulles de l'air ni celles des vapeurs qui s'exhalent à meſure que le moule ſe remplit dans toute ſa cavité; il ne doit pas ſe trouver autant de ces défauts à beaucoup près dans cette matière coulée pleine, que dans celle où le noyau rendant à l'intérieur ſon air & ſon humidité, ne peut guère manquer d'occaſionner des ſoufflures & des chambres qui ſe formeront d'autant plus aiſément que l'épaiſſeur de la matière eſt moindre, ſa qualité moins bonne & ſon refroidiſſement plus ſubit. Juſqu'ici

tout semble donc concourir à donner la préférence à la pratique de couler les canons pleins : néanmoins comme il faut une moindre quantité de matière pour les canons creux, qu'il est dès-lors plus aisé de l'épurer au fourneau avant de la couler ; que les frais des machines à forer sont immenses, en comparaison de ceux des noyaux ; on feroit bien d'essayer si par le moyen des évents que je viens de proposer, on n'arriveroit pas au point de rendre les pièces coulées à noyau assez parfaites pour n'avoir pas à craindre les soufflures, & n'être pas obligé de leur enlever la trempe de leur surface intérieure ; ils seroient alors d'une plus grande résistance que les autres, auxquels on peut d'ailleurs faire quelques reproches par les raisons que je vais exposer.

Plus la fonte du fer est épurée, plus elle est compacte, dure & difficile à forer, les meilleurs outils d'acier ne l'entament qu'avec peine, & l'ouvrage de la forerie va d'autant moins vite que la fonte est meilleure ; ceux qui ont introduit cette pratique, ont donc, pour la commodité de leurs machines, altéré la nature de la matière *(c)*,

---

(c) Sur la fin de l'année 1762, M. Maritz fit couler aux fourneaux de la Nouée en Bretagne, des gueuses avec les mines de la Ferrière & de Noyal, il en examina la fonte, en dressa un procès-verbal, & sur les assurances qu'il donna aux Entrepreneurs, que leur fer avoit toutes les qualités requises pour faire de bons canons, ils se déterminèrent à établir des mouleries, fonderies, décapiteries, centreries, foreries, & les tours nécessaires pour tourner extérieurement les pièces. Les Entrepreneurs après avoir formé leur établissement, ont mis les deux fourneaux en feu le 29 janvier 1765, & le 12 février suivant on commença à couler du canon de huit. M. Maritz s'étant

ils ont changé l'usage où l'on étoit de faire de la fonte dure, & n'ont fait couler que des fontes tendres, qu'ils ont appelées *douces,* pour qu'on en sentît moins la différence; dès-lors tous nos canons coulés plein ont été fondus de cette matière douce, c'est-à-dire, d'une assez mauvaise fonte, & qui n'a pas à beaucoup près la pureté, la densité, la résistance qu'elle devroit avoir. J'en ai acquis la preuve

---

rendu à la forge le 21 mars, trouva que toutes ces pièces étoient *trop dures pour souffrir le forage,* & jugea à propos de changer la matière. On coula deux pièces de douze avec un nouveau mélange, & une autre pièce de douze avec un autre mélange, & encore deux autres pièces de douze avec un troisième mélange, qui parurent *si durs sous la scie & au premier foret,* que M. Maritz jugea inutile de fondre avec ces mélanges de différentes mines, & fit un autre essai avec onze mille cinq cents cinquante livres de la mine de Noyal, trois mille trois cents quatre-vingt-dix livres de la mine de la Ferrière, & trois mille six cents livres de la mine des environs, faisant en tout dix-huit mille cinq cents quarante livres, dont on coula le 31 mars une pièce de douze, à trente charges basses. A la décapiterie, ainsi qu'en formant le support de la volée, M. Maritz jugea ce fer de bonne nature, mais *le forage de cette pièce fut difficile,* ce qui porta M. Maritz à faire une autre expérience.

Le 1.er & le 3 avril, il fit couler deux pièces de douze, pour chacune desquelles on porta trente-quatre charges, composées chacune de dix-huit mille sept cents livres de mine de Noyal, & de deux mille sept cents vingt livres de mine des environs, en tout vingt-un mille quatre cents vingt livres. Ceci démontra à M. Maritz l'impossibilité qu'il y avoit de fondre avec de la mine de Noyal seule, car même avec ce mélange l'intérieur du fourneau s'embarrassa au point que le laitier ne couloit plus, & que les ouvriers avoient une peine incroyable à l'arracher du fond de l'ouvrage; d'ailleurs les deux pièces provenues de cette expérience, *se trouvèrent si dures au forage,* & si profondément

la plus complète par les expériences que je vais rapporter.

Au commencement de l'année 1767, on m'envoya de la forge de la Nouée en Bretagne, six tronçons de gros canons coulés plein, pesant ensemble cinq mille trois cents cinquante-huit livres. L'été suivant je les fis conduire à mes forges, & en ayant cassé les tourillons, j'en trouvai la fonte d'un assez mauvais grain, ce que l'on ne pouvoit

---

chambrées à 18 & 20 pouces de la volée, que quand même la mine de Noyal pourroit se fondre sans être alliée avec une espèce plus chaude, la fonte qui en proviendroit ne seroit cependant pas d'une nature *propre à couler des canons forables*.

Le 4 avril 1765, pour septième & dernière expérience, M. Maritz fit couler une neuvième pièce de douze en trente-six charges basses, & composées de onze mille huit cents quatre-vingts livres de mine de Noyal, de sept mille deux cents livres de mine de Phlemet, & de deux mille huit cents quatre-vingts livres de mine des environs, en tout vingt-un mille neuf cents soixante livres de mine.

Après la coulée de cette dernière pièce, les ouvrages des fourneaux se trouvèrent si embarrassés, qu'on fut obligé de mettre hors, & M. Maritz congédia les fondeurs & mouleurs qu'il avoit fait venir des forges d'Angoumois.

Cette dernière pièce *se fora facilement*, en donnant une limaille de belle couleur; mais lors du forage il se trouva des endroits *si tendres & si peu condensés*, qu'il parut plusieurs grelots de la grosseur d'une noisette qui ouvrirent plusieurs chambres dans l'ame de la pièce.

Je n'ai rapporté les faits contenus dans cette note que pour prouver que les auteurs de la pratique du forage des canons, n'ont cherché qu'à faire couler des fontes tendres, & qu'ils ont par conséquent sacrifié la matière à la forme, en rejetant toutes les bonnes fontes que leurs forets ne pouvoient entamer aisément, tandis qu'il faut au contraire chercher la matière la plus compacte & la plus dure si l'on veut avoir des canons d'une bonne résistance.

pas

pas reconnoître ſur les tranches de ces morceaux, parce qu'ils avoient été ſciés avec de l'émeril ou quelqu'autre matière qui rempliſſoit les pores extérieurs. Ayant peſé cette fonte à la balance hydroſtatique, je trouvai qu'elle étoit trop légère, qu'elle ne peſoit que quatre cents ſoixante-une livres le pied cube, tandis que celle que l'on couloit alors à mon fourneau en peſoit cinq cents quatre, & que quand je la veux encore épurer, elle pèſe juſqu'à cinq cents vingt livres le pied cube. Cette ſeule épreuve pouvoit me ſuffire pour juger de la qualité plus que médiocre de cette fonte; mais je ne m'en tins pas-là. En 1770, ſur la fin de l'été, je fis conſtruire une chaufferie plus grande que mes chaufferies ordinaires, pour y faire fondre & convertir en fer ces tronçons de canon, & l'on en vint à bout à force de vent & de charbon: je les fis couler en petites gueuſes, & après qu'elles furent refroidies j'en examinai la couleur & le grain en les faiſant caſſer à la maſſe, j'en trouvai, comme je m'y attendois, la couleur plus griſe & le grain plus fin; la matière ne pouvoit manquer de s'épurer par cette ſeconde fuſion, & en effet l'ayant portée à la balance hydroſtatique, elle ſe trouva peſer quatre cents ſoixante-neuf livres le pied cube; ce qui cependant n'approche pas encore de la denſité requiſe pour une bonne fonte.

Et en effet ayant fait convertir en fer ſucceſſivement, & par mes meilleurs ouvriers, toutes les petites gueuſes refondues & provenant de ces tronçons de canon, nous n'obtinmes que du fer d'une qualité très-commune, ſans

aucun nerf, & d'un grain assez gros, aussi différent de celui de mes forges que le fer commun l'est du bon fer.

En 1770, on m'envoya de la forge de Rueile en Angoumois, où l'on fond actuellement la plus grande partie de nos canons, des échantillons de la fonte dont on les coule; cette fonte a la couleur grise, le grain assez fin & pèse quatre cents quatre-vingt-quinze livres le pied cube *(d)*; réduite en fer battu & forgé avec soin, j'en ai trouvé le grain semblable à celui du fer commun & ne prenant que peu ou point de nerf, quoique travaillé en petites verges & passé sous le cylindre; en sorte que cette

(d) Ces morceaux de fonte envoyés du fourneau de Ruelle, étoient de forme cubique de trois pouces, foibles dans toutes leurs dimensions; le premier marqué *S*, pesoit dans l'air 7 livres 2 onces 4 gros $\frac{1}{2}$, c'est-à-dire, 916 gros $\frac{1}{2}$. Le même morceau pesoit dans l'eau 6 livres 2 onces 2 gros $\frac{1}{2}$; donc le volume d'eau égal au volume de ce morceau de fonte pesoit 130 gros. L'eau dans laquelle il a été pesé, pesoit elle-même 70 livres le pied cube. Or, 130 gros : 70 livres : : 916 gros $\frac{1}{2}$: 493 $\frac{3}{13}$ livres, poids du pied cube de cette fonte. Le second morceau marqué *P*, pesoit dans l'air 7 livres 4 onces 1 gros, c'est-à-dire, 929 gros. Le même morceau pesoit dans l'eau 6 livres 3 onces 6 gros, c'est-à-dire, 798 gros; donc le volume d'eau égal au volume de ce morceau de fonte, pesoit 131 gros. Or, 131 gros : 70 livres : : 929 gros : 496 $\frac{54}{131}$ livres, poids du pied cube de cette fonte. On observera que ces morceaux qu'on avoit voulu couler sur les dimensions d'un cube de 3 pouces étoient trop foibles. Ils auroient dû contenir chacun 27 pouces cubiques, & par conséquent le pied cube du premier n'auroit pesé que 458 livres 4 onces, car 27 pouces : 1728 pouces : : 916 gros $\frac{1}{2}$: 458 livres 4 onces. Et le pied cube du second n'auroit pesé que 464 livres $\frac{1}{4}$, au lieu de 493 livres $\frac{3}{13}$, & de 496 livres $\frac{54}{131}$.

ſonte, quoique meilleure que celle qui m'eſt venue des forges de la Nouée, n'eſt pas encore de la bonne ſonte. J'ignore ſi depuis ce temps l'on ne coule pas aux fourneaux de Ruelle, des ſontes meilleures & plus peſantes, je ſais ſeulement que deux Officiers de Marine *(c)*, très-habiles & zélés, y ont été envoyés ſucceſſivement, & qu'ils ſont tous deux fort en état de perfectionner l'art, & de bien conduire les travaux de cette fonderie. Mais juſqu'à l'époque que je viens de citer, & qui eſt bien récente, je ſuis aſſuré que les fontes de nos canons coulés pleins, n'étoient que de médiocre qualité; qu'une pareille fonte n'a pas aſſez de réſiſtance, & qu'en lui ôtant encore le lien qui la contient, c'eſt-à-dire, en enlevant, par les couteaux du tour, la ſurface trempée, il y a tout à craindre du ſervice de ces canons.

On ne manquera pas de dire que ce ſont ici des frayeurs paniques & mal fondées, qu'on ne ſe ſert jamais que des canons qui ont ſubi l'épreuve, & qu'une pièce une fois éprouvée par une moitié de plus de charge, ne doit ni ne peut crever à la charge ordinaire. A ceci je réponds, que non-ſeulement cela n'eſt pas certain, mais encore que le contraire eſt beaucoup plus probable. En général l'épreuve des canons par la poudre, eſt peut-être la plus mauvaiſe méthode que l'on pût employer pour s'aſſurer de leur réſiſtance. Le canon ne peut ſubir le trop violent effort des épreuves, qu'en y cédant autant que la cohérence de la matière le permet, ſans ſe rompre;

(c) M.rs de Souville & de Vialis.

& comme il s'en faut bien que cette matière de la fonte soit à ressort parfait, les parties séparées par le trop grand effort ne peuvent se rapprocher ni se rétablir comme elles étoient d'abord; cette cohésion des parties intégrantes de la fonte étant donc fort diminuée par le grand effort des épreuves, il n'est pas étonnant que le canon crève ensuite à la charge ordinaire, c'est un effet très-simple qui dérive d'une cause toute aussi simple. Si le premier coup d'épreuve écarte les parties d'une moitié ou d'un tiers de plus que le coup ordinaire, elles se rétabliront, se réuniront moins dans la même proportion; car quoique leur cohérence n'ait pas été détruite puisque la pièce a résisté, il n'en est pas moins vrai que cette cohérence n'est pas si grande qu'elle étoit auparavant, & qu'elle a diminué dans la même raison que diminue la force d'un ressort imparfait: dès-lors un second ou un troisième coup d'épreuve fera éclater les pièces qui auront résisté au premier, & celles qui auront subi les trois épreuves sans se rompre, ne sont guère plus sûres que les autres; après avoir subi trois fois le même mal, c'est-à-dire, le trop grand écartement de leurs parties intégrantes, elles en sont nécessairement devenues bien plus foibles, & pourront par conséquent céder à l'effort de la charge ordinaire.

Un moyen bien plus sûr, bien simple & mille fois moins coûteux pour s'assurer de la résistance des canons, seroit d'en faire peser la fonte à la balance hydrostatique, en coulant le canon l'on mettroit à part un morceau de la fonte, lorsqu'il seroit refroidi on le pèseroit dans l'air

& dans l'eau, & si la fonte ne pesoit pas au moins cinq cents vingt livres le pied cube, on rebuteroit la pièce comme non recevable; l'on épargneroit la poudre, la peine des hommes & on banniroit la crainte très-bien fondée de voir crever les pièces souvent après l'épreuve: Étant une fois sûr de la densité de la matière, on seroit également assuré de sa résistance, & si nos canons étoient faits avec de la fonte pesant cinq cents vingt livres le pied cube, & qu'on ne s'avisât pas de les tourner ni de toucher à leur surface extérieure, j'ose assurer qu'ils résisteroient & dureroient autant qu'on doit se le promettre. J'avoue que par ce moyen, peut-être trop simple pour être adopté, on ne peut pas savoir si la pièce est saine, s'il n'y a pas dans l'intérieur de la matière des défauts, des soufflures, des cavités; mais connoissant une fois la bonté de la fonte, il suffiroit, pour s'assurer du reste, de faire éprouver une seule fois, & à la charge ordinaire, les canons nouvellement fondus, & l'on seroit beaucoup plus sûr de leur résistance, que de celle de ceux qui ont subi des épreuves violentes.

Plusieurs personnes ont donné des projets pour faire de meilleurs canons; les uns ont proposé de les doubler de cuivre, d'autres de fer battu, d'autres de souder ce fer battu avec la fonte, tout cela peut être bon à certains égards; & dans un art dont l'objet est aussi important & la pratique aussi difficile, les efforts doivent être accueillis, & les moindres découvertes récompensées; je ne ferai point ici d'observations sur les canons de M. Feutry, qui ne laissent pas de demander beaucoup d'art dans leur exécution;

je ne parlerai pas non plus des autres tentatives, à l'exception de celle de M. de Souville, qui m'a paru la plus ingénieuse, & qu'il a bien voulu me communiquer par sa lettre datée d'Angoulème le 6 avril 1771, dont je donne ici l'extrait *(f)*. Mais je dirai seulement que la soudure du cuivre avec le fer rend celui-ci beaucoup plus aigre; que quand on soude de la fonte avec elle-même par le moyen du soufre, on la change de nature, & que la ligne de jonction des deux parties soudées n'est plus de la fonte de fer, mais de la pyrite très-cassante; & qu'en général le soufre est un intermède qu'on ne doit jamais employer lorsqu'on veut souder du fer sans en altérer la qualité: je ne donne ceci que pour avis à ceux qui pourroient prendre cette voie comme la plus sûre & la plus aisée, pour rendre le fer fusible & en faire de grosses pièces.

(f) « Les canons fabriqués avec » des spirales, ont opposé la plus » grande résistance à la plus forte » charge de poudre, & à la manière » la plus dangereuse de les charger. » Il ne manque à cette méthode, » pour être bonne, que d'empêcher » qu'il ne se forme des chambres » dans ces bouches à feu; cet in- » convénient, il est vrai, m'oblige- » roit à l'abandonner si je n'y par- » venois; mais pourquoi ne pas le » tenter! beaucoup de personnes » ont proposé de faire des canons » avec des doublures ou des enve- » loppes de fer forgé, mais ces doublures & ces enveloppes ont « toujours été un assemblage de « barres inflexibles que leur forme, « leur position & leur roideur ren- « dent inutiles. La spirale n'a pas « les mêmes défauts, elle se prête « à toutes les formes que prend la « matière; elle s'assimile avec elle « dans le moule: son fer ne perd ni « sa ductilité ni son ressort, dans la « commotion du *tir*, l'effort est « distribué sur toute son étendue. « Elle enveloppe presque toute « l'épaisseur du canon, & dès-lors « s'oppose à sa rupture avec une « résistance de près de trente mille «

Si l'on conſerve l'uſage de forer les canons, & qu'on les coule de bonne fonte dure, il faudra en revenir aux machines à forer de M. le marquis de Montalembert, celles de M. Maritz n'étant bonnes que pour le bronze ou la fonte de fer tendre. M. de Montalembert eſt encore un des hommes de France qui entend le mieux cet art de la fonderie des canons, & j'ai toujours gémi que ſon zèle éclairé de toutes les connoiſſances néceſſaires en ce genre, n'ait abouti qu'au détriment de ſa fortune; comme je vis éloigné de lui, j'écris ce Mémoire ſans le lui communiquer, mais je ſerai plus flatté de ſon approbation que de celle de qui que ce ſoit, car je ne connois perſonne qui entende mieux ce dont il eſt ici queſtion. Si l'on mettoit en maſſe, dans ce royaume, les tréſors de lumière que l'on jette à l'écart, ou qu'on a l'air de dédaigner, nous

---

» livres de force. Si la fonte éprouve » une plus grande dilatation que le » fer, elle réſiſte avec toute cette » force; ſi cette dilatation eſt moin- » dre, la ſpirale ne reçoit que le » mouvement qui lui eſt commu- » niqué. Ainſi dans l'un & l'autre » cas l'effet eſt le même. L'aſſem- » blage des barres, au contraire, » ne réſiſte que par les cercles qui » les contiennent. Lorſqu'on en a » revêtu l'ame des canons, on n'a » pas augmenté la réſiſtance de la » fonte, ſa tendance à ſe rompre a » été la même, & lorſqu'on a enve- loppé ſon épaiſſeur, les cercles « n'ont pu ſoutenir également l'ef- « fort qui ſe partage ſur tout le « développement de la ſpirale. Les « barres d'ailleurs s'oppoſent aux « vibrations des cercles. La ſpirale « que j'ai miſe dans un canon de « ſix, foré & éprouvé au calibre de « douze, ne peſoit que quatre- « vingt-trois livres, elle avoit 2 « pouces de largeur & 4 lignes « d'épaiſſeur. La diſtance d'une « helice à l'autre, étoit auſſi de 2 « pouces, elle étoit roulée à chaud « ſur un mandrin de fer. »

ſerions bientôt la nation la plus floriſſante & le peuple le plus riche. Par exemple, il eſt le premier qui ait conſeillé de reconnoitre la réſiſtance de la fonte par ſa peſanteur ſpécifique ; il a auſſi cherché à perfectionner l'art de la moulerie en ſable des canons de fonte de fer, & cet art eſt perdu depuis qu'on a imaginé de les tourner. Avec les moules en terre, dont on ſe ſervoit auparavant, la ſurface des canons étoit toujours chargée d'aſpérités & de rugoſités ; M. de Montalembert avoit trouvé le moyen de faire des moules en ſable qui donnoient à la ſurface du canon tout le liſſe, & même le luiſant qu'on pouvoit deſirer ; ceux qui connoiſſent les Arts en grand, ſentiront bien les difficultés qu'il a fallu ſurmonter pour en venir à bout, & les peines qu'il a fallu prendre pour former des ouvriers capables d'exécuter ces moules, auxquels ayant ſubſtitué le mauvais uſage du tour, on a perdu un art excellent pour adopter une pratique funeſte *(g)*. Une

---

(g) L'outil à langue de carpe perce la fonte de fer avec une vîteſſe preſque double de celle de l'outil à cylindre. Il n'eſt point néceſſaire avec ce premier outil, de ſeringuer de l'eau dans la pièce, comme il eſt d'uſage de le faire en employant le ſecond qui s'échauffe beaucoup par ſon frottement très-conſidérable. L'outil à cylindre ſeroit détrempé en peu de temps ſans cette précaution ; elle eſt même ſouvent inſuffiſante, dès que la fonte ſe trouve plus compacte & plus dure, cet outil ne peut la forer. La limaille ſort naturellement avec l'outil à langue de carpe, tandis qu'avec l'outil à cylindre, il faut employer continuellement un crochet pour la tirer, ce qui ne peut ſe faire aſſez exactement pour qu'il n'en reſte pas entre l'outil & la pièce, ce qui la gêne & augmente encore ſon frottement.

Il faudroit s'attacher à perfectionner

Une attention très-néceſſaire lorſque l'on coule du canon, c'eſt d'empêcher les écumes qui ſurmontent la fonte, de tomber avec elle dans le moule. Plus la fonte eſt légère & plus elle fait d'écumes, & l'on pourroit

---

tionner la moulerie. Cette opération eſt difficile, mais elle n'eſt pas impoſſible à quelqu'un d'intelligent. Pluſieurs choſes ſont abſolument néceſſaires pour y réuſſir, 1.° des mouleries plus étendues, pour pouvoir y placer plus de chantiers & y faire plus de moules à la fois, afin qu'ils puſſent ſécher plus lentement; 2.° une grande foſſe pour les recuire de bout, ainſi que cela ſe pratique pour les canons de cuivre, afin d'éviter que le moule ne ſoit arqué, & par conſéquent le canon; 3.° un petit chariot à quatre roues fort baſſes avec des montans aſſez élevés pour y ſuſpendre le moule recuit, & le tranſporter de la moulerie à la cuve du fourneau, comme on tranſporte un luſtre; 4.° un juſte mélange d'une terre graſſe & d'une terre ſableuſe, tel qu'il le faut, pour qu'au recuit le moule ne ſe fende pas de mille & mille fentes qui rendent le canon défectueux, & ſur-tout pour que cette terre, avec cette qualité de ne pas ſe fendre, puiſſe conſerver l'avantage de s'*écaller* (c'eſt-à-dire de ſe détacher du canon quand on vient à le nettoyer); plus la terre eſt graſſe, mieux elle s'*écalle*, & plus elle ſe fend; plus elle eſt maigre ou ſableuſe, moins elle ſe fend, mais moins elle s'*écalle*. Il y a des moules de cette terre qui ſe tiennent ſi fort attachés au canon, qu'on ne peut avec le marteau & le ciſeau en emporter que la plus groſſe partie, ces ſortes de canons reſtent encore plus vilains que ceux cicatriſés par les fentes innombrables des moules de terre graſſe. Ce mélange de terre eſt donc très-difficile, il demande beaucoup d'attention, d'expérience, & ce qu'il y a de fâcheux, c'eſt que les expériences dans ce genre, faites pour des petits calibres, ne concluent rien pour les gros. Il n'eſt jamais difficile de faire écaller des petits canons avec un mélange ſableux. Mais ce même mélange ne peut plus être employé dès que les calibres paſſent celui de douze; pour ceux de trente-ſix ſur-tout, il eſt très-difficile d'attraper le point du mélange.

juger à l'inſpection même de la coulée ſi la fonte eſt de bonne qualité, car alors ſa ſurface eſt liſſe & ne porte point d'écume; mais dans tous ces cas il faut avoir ſoin de comprimer la matière coulante par pluſieurs torches de paille placées dans les coulées; avec cette précaution il ne paſſe que peu d'écumes dans le moule, & ſi la fonte étoit denſe & compacte, il n'y en auroit point du tout. La bourre de la fonte ne vient ordinairement que de ce qu'elle eſt trop crue & trop précipitamment fondue; d'ailleurs la matière la plus peſante ſort la première du fourneau, la plus légère vient la dernière; la culaſſe du canon eſt par cette raiſon toujours d'une meilleure matière que les parties ſupérieures de la pièce; mais il n'y aura jamais de bourre dans le canon ſi d'une part on arrête les écumes par les torches de paille, & qu'en même temps on lui donne une forte maſſelote de matière excédante, dont il eſt même auſſi néceſſaire qu'utile, qu'il reſte encore après la coulée trois ou quatre quintaux en fuſion dans le creuſet; cette fonte qui reſte y entretient la chaleur; & comme elle eſt encore mêlée d'une aſſez grande quantité de laitier, elle conſerve le fond du fourneau, & empêche la mine fondante de brûler en s'y attachant.

Il me paroît qu'en France on a ſouvent fondu les canons avec des mines en roche, qui toutes contiennent une plus ou moins grande quantité de ſoufre; & comme l'on n'eſt pas dans l'uſage de les griller dans nos provinces où le bois eſt cher, ainſi qu'il ſe pratique dans les pays du Nord où le bois eſt commun, je préſume que la

qualité caſſante de la fonte de nos canons de la marine, pourroit auſſi provenir de ce ſoufre qu'on n'a pas ſoin d'enlever à la mine avant de la jeter au fourneau de fuſion. Les fonderies de Ruelle en Angoumois, de Saint-Gervais en Dauphiné & de Baigorry dans la baſſe Navarre, ſont les ſeules dont j'aie connoiſſance, avec celle de la Nouée en Bretagne, dont j'ai parlé, & où je crois que le travail eſt ceſſé : dans toutes quatre, je crois qu'on ne s'eſt ſervi & qu'on ne ſe ſert encore que de mine en roche, & je n'ai pas ouï dire qu'on les grillât ailleurs qu'à Saint-Gervais & à Baigorry ; j'ai taché de me procurer des échantillons de chacune de ces mines, & au défaut d'une aſſez grande quantité de ces échantillons, tous les renſeignemens que j'ai pu obtenir par la voie de quelques amis intelligens. Voici ce que m'a écrit M. de Morogues au ſujet des mines qu'on emploie à Ruelle.

« La première eſt dure, compacte, peſante, faiſant feu avec l'acier, de couleur rouge-brun, formée par deux « couches d'inégale épaiſſeur, dont l'une eſt ſpongieuſe, « parſemée de trous ou cavités, d'un velouté violet-foncé, « & quelquefois d'un bleu indigo à ſa caſſure, ayant des « mamelons, teignant en rouge de ſanguine ; caractères qui « peuvent la faire ranger dans la ſeptième claſſe de l'art des « forges, comme une eſpèce de pierre hématite, mais elle « eſt riche & douce. «

La ſeconde reſſemble aſſez à la précédente pour la « peſanteur, la dureté & la couleur, mais elle eſt un peu « *ſalardée* (on appelle *ſalard* ou mine ſalardée, celle qui a «

» des grains de ſable clair, & qui eſt mêlée de ſable gris-blanc,
» de caillou & de fer), elle eſt riche en métal, employée
» avec de la mine très-douce, elle ſe fond très-facilement.
» Son tiſſu à ſa caſſure eſt ſtrié & parſemé quelquefois de
» cavités d'un brun-noir. Elle paroît de la ſixième eſpèce
» de la mine rougeâtre dans l'art des forges.

» La troiſième qu'on nomme dans le pays *glacieuſe*,
» parce qu'elle a ordinairement quelques-unes de ſes faces
» liſſes & douces au toucher, n'eſt ni fort peſante ni fort
» riche, elle a communément quelques petits points noirs
» & luiſans, d'un grain ſemblable au marroquin; ſa couleur
» eſt variée, elle a du rouge aſſez vif, du brun, du jaune,
» un peu de vert & quelques cavités; elle paroît, à cauſe
» de ſes faces unies & luiſantes, avoir quelque rapport à la
» mine ſpéculaire de la huitième eſpèce.

» La quatrième qui fournit d'excellent fer, mais en petite
» quantité, eſt légère, ſpongieuſe, aſſez tendre, d'une
» couleur brune preſque noire, ayant quelques mamelons
» & ſablonneuſe; elle paroît être une ſorte de mine limon-
» neuſe de la onzième eſpèce.

» La cinquième eſt une mine ſalardée faiſant beaucoup
» de feu avec l'acier, dure, compacte, peſante, parſemée
» à la caſſure de petits points brillans qui ne ſont que du
» ſable de couleur de lie-de-vin. Cette mine eſt difficile à
» fondre; la qualité de ſon fer paſſe pour n'être pas mau-
» vaiſe, mais elle en produit peu; les ouvriers prétendent
» qu'il n'y a pas moyen de la fondre ſeule, & que l'abon-
» dance des craſſes qui s'en ſéparent l'aglutine à l'ouvrage du

fourneau, cette mine ne paroît pas avoir de reſſemblance « bien caractériſée avec celle dont Swedemborg a parlé. «

On emploie encore un grand nombre d'autres eſpèces « de mine, mais elles ne diffèrent des précédentes que « par moins de qualité, à l'exception d'une eſpèce d'ocre « martiale qui peut fournir ici une ſixième claſſe. Cette « mine eſt aſſez abondante dans les minières, elle eſt aiſée « à tirer, on l'enlève comme la terre, elle eſt jaune & « quelquefois mêlée de petites grenailles, elle fournit peu « de fer, elle eſt très-douce, on peut la ranger dans la « douzième eſpèce de l'art des forges. «

La gangue de toutes les mines du pays, eſt une terre « vitrifiable rarement argileuſe. Toutes ces eſpèces de mines « ſont mêlées, & le terrein dont on les tire eſt preſque tout « ſableux. «

On appelle *ſchiffre* en Angoumois un caillou aſſez « ſemblable aux pierres à feu, & qui en donne beaucoup « quand on le frappe avec l'acier. Il eſt d'un jaune-clair, « fort dur; il tient quelquefois à des matières qui peuvent « avoir du fer, mais ce n'eſt point le ſchiſt. «

La caſtine eſt une vraie pierre calcaire aſſez pure, ſi « l'on en peut juger par l'uniformité de ſa caſſure & de « ſa couleur qui eſt gris-blanc; elle eſt peſante, aſſez dure, « & prend un poli fort doux au toucher. »

Par ce récit de M. de Morogues, il me ſemble qu'il n'y a que la ſixième eſpèce qui ne demande pas à être grillée, mais ſeulement bien lavée avant de la jeter au fourneau.

Au reſte, quoique généralement parlant, & comme je

l'ai dit, les mines en roche & qui se trouvent en grandes masses solides, doivent leur origine à l'élément du feu, néanmoins il se trouve aussi plusieurs mines de fer en assez grosses masses qui se sont formées par le mouvement & l'intermède de l'eau. On distinguera par l'épreuve de l'aimant celles qui ont subi l'action du feu, car elles seront toujours magnétiques, au lieu que celles qui ont été produites par la stillation des eaux, ne le sont point du tout & ne le deviendront qu'après avoir été bien grillées & presque liquéfiées. Ces mines en roche qui ne sont point attirables par l'aimant, ne contiennent pas plus de soufre que nos mines en grain; l'opération de les griller, qui est très-coûteuse, doit dès-lors être supprimée, à moins qu'elle ne soit nécessaire pour attendrir ces pierres de fer assez pour qu'on puisse les concasser sous les pilons du boccard.

J'ai tâché de présenter dans ce Mémoire tout ce que j'ai cru qui pourroit être utile à l'amélioration des canons de notre marine; je sens en même temps qu'il reste beaucoup de choses à faire, sur-tout pour se procurer dans chaque fonderie une fonte pure & assez compacte, pour avoir une résistance supérieure à toute explosion; cependant je ne crois point du tout que cela soit impossible, & je pense qu'en purifiant la fonte de fer, autant qu'elle peut l'être, on arriveroit au point que la pièce ne feroit que se fendre au lieu d'éclater par une trop forte charge: si l'on obtenoit une fois ce but, il ne nous resteroit plus rien à craindre ni rien à desirer à cet égard.

ONZIÈME MÉMOIRE.

EXPÉRIENCES sur la force du Bois.

LE principal uſage du bois dans les bâtimens & dans les conſtructions de toute eſpèce, eſt de ſupporter des fardeaux : la pratique des ouvriers qui l'emploient n'eſt fondée que ſur des épreuves, à la vérité ſouvent réitérées, mais toujours aſſez groſſières ; ils ne connoiſſent que très-imparfaitement la force & la réſiſtance des matériaux qu'ils mettent en œuvre : j'ai tâché de déterminer, avec quelque préciſion, la force du bois, & j'ai cherché les moyens de rendre mon travail utile aux Conſtructeurs & aux Charpentiers. Pour y parvenir, j'ai été obligé de faire rompre pluſieurs poutres & pluſieurs ſolives de différentes longueurs. On trouvera dans la ſuite de ce Mémoire le détail exact de toutes ces expériences, mais je vais auparavant en préſenter les réſultats généraux, après avoir dit un mot de l'organiſation du bois & de quelques circonſtances particulières qui me paroiſſent avoir échappé aux Phyſiciens qui ſe ſont occupés de ces matières.

Un arbre eſt un corps organiſé, dont la ſtructure n'eſt point encore bien connue : Les expériences de Grew, de Malpighi, & ſur-tout celles de Hales, ont à la vérité, donné de grandes lumières ſur l'économie végétale, & il faut avouer qu'on leur doit preſque tout ce qu'on ſait en ce genre ; mais dans ce genre comme dans tous les autres,

on ignore beaucoup plus de choſes qu'on n'en ſait. Je ne ferai point ici la deſcription anatomique des différentes parties d'un arbre, cela ſeroit inutile pour mon deſſein, il me ſuffira de donner une idée de la manière dont les arbres croiſſent, & de la façon dont le bois ſe forme.

Une ſemence d'arbre, un gland qu'on jette en terre au printemps, produit au bout de quelques ſemaines un petit jet tendre & herbacé, qui augmente, s'étend, groſſit, durcit, & contient déjà dès la fin de la première année un filet de ſubſtance ligneuſe. A l'extrémité de ce petit arbre, eſt un bouton qui s'épanouit l'année ſuivante, & dont il ſort un ſecond jet ſemblable à celui de la première année, mais plus vigoureux, qui groſſit & s'étend davantage, durcit dans le même temps, & produit un autre bouton qui contient le jet de la troiſième année, & ainſi des autres juſqu'à ce que l'arbre ſoit parvenu à toute ſa hauteur; chacun de ces boutons eſt une eſpèce de germe qui contient le petit arbre de chaque année. L'accroiſſement des arbres en hauteur ſe fait donc par pluſieurs productions ſemblables & annuelles, de ſorte qu'un arbre de cent pieds de haut, eſt compoſé dans ſa longueur de pluſieurs petits arbres mis bout à bout, dont le plus long n'a ſouvent pas deux pieds de hauteur. Tous ces petits arbres de chaque année ne changent jamais dans leurs dimenſions, ils exiſtent dans un arbre de cent ans ſans avoir groſſi ni grandi, ils ſont ſeulement devenus plus ſolides. Voilà comment ſe fait l'accroiſſement en hauteur; l'accroiſſement en groſſeur en dépend. Ce bouton qui fait le ſommet du

du petit arbre de la première année, tire ſa nourriture à travers la ſubſtance & le corps même de ce petit arbre; mais les principaux canaux qui ſervent à conduire la sève, ſe trouvent entre l'écorce & le filet ligneux; l'action de cette sève en mouvement, dilate ces canaux & les fait groſſir, tandis que le bouton en s'élevant, les tire & les alonge; de plus, la sève en y coulant continuellement, y dépoſe des parties fixes qui en augmentent la ſolidité; ainſi dès la ſeconde année un petit arbre contient déjà dans ſon milieu un filet ligneux en forme de cône fort alongé, qui eſt la production en bois de la première année, & une couche ligneuſe auſſi conique qui enveloppe ce premier filet & le ſurmonte, & qui eſt la production de la ſeconde année. La troiſième couche ſe forme comme la ſeconde; il en eſt de même de toutes les autres qui s'enveloppent ſucceſſivement & continuement; de ſorte qu'un gros arbre eſt un compoſé d'un grand nombre de cônes ligneux qui s'enveloppent & ſe recouvrent tant que l'arbre groſſit; lorſqu'on vient à l'abattre, on compte aiſément ſur la coupe tranſverſale du tronc le nombre de ces cônes, dont les ſections forment des cercles ou plutôt des couronnes concentriques, & on reconnoît l'âge de l'arbre par le nombre de ces couronnes, car elles ſont diſtinctement ſéparées les unes des autres. Dans un chêne vigoureux, l'épaiſſeur de chaque couche ou couronne, eſt de deux ou trois lignes; cette épaiſſeur eſt d'un bois dur & ſolide, mais la ſubſtance qui unit enſemble ces couronnes, dont le prolongement forme les cônes

ligneux, n'eſt pas à beaucoup près auſſi ferme, c'eſt la partie foible du bois dont l'organiſation eſt différente de celle des cônes ligneux, & dépend de la façon dont ces cônes s'attachent & s'uniſſent les uns aux autres, que nous allons expliquer en peu de mots. Les canaux longitudinaux qui portent la nourriture au bouton, non-ſeulement prennent de l'étendue & acquièrent de la ſolidité par l'action & le dépôt de la sève, mais ils cherchent encore à s'étendre d'une autre façon, ils ſe ramifient dans toute leur longueur, & pouſſent de petits filamens comme de petites branches, qui d'un côté vont produire l'écorce, & de l'autre vont s'attacher au bois de l'année précédente, & forment entre les deux couches du bois un tiſſu ſpongieux qui, coupé tranſverſalement, même à une aſſez grande épaiſſeur, laiſſe voir pluſieurs petits trous, à peu-près comme on en voit dans de la dentelle; les couches du bois ſont donc unies les unes aux autres par une eſpèce de réſeau: ce réſeau n'occupe pas à beaucoup près autant d'eſpace que la couche ligneuſe, il n'a qu'environ une demi-ligne d'épaiſſeur; cette épaiſſeur eſt à peu-près la même dans tous les arbres de même eſpèce, au lieu que les couches ligneuſes ſont plus ou moins épaiſſes, & varient ſi conſidérablement dans la même eſpèce d'arbre, comme dans le chêne, que j'en ai meſuré qui avoient trois lignes & demie, & d'autres qui n'avoient qu'une demi-ligne d'épaiſſeur.

Par cette ſimple expoſition de la texture du bois, on voit que la cohérence longitudinale doit être bien plus

conſidérable que l'union tranſverſale ; on voit que dans les petites pièces de bois, comme dans un barreau d'un pouce d'épaiſſeur, s'il ſe trouve quatorze ou quinze couches ligneuſes, il y aura treize ou quatorze cloiſons, & que par conſéquent ce barreau ſera moins fort qu'un pareil barreau qui ne contiendra que cinq ou ſix couches & quatre ou cinq cloiſons : on voit auſſi que dans ces petites pièces, s'il ſe trouve une ou deux couches ligneuſes qui ſoient tranchées par la ſcie, ce qui arrive ſouvent, leur force ſera conſidérablement diminuée ; mais le plus grand défaut de ces petites pièces de bois, qui ſont les ſeules ſur leſquelles on ait juſqu'à ce jour fait des expériences, c'eſt qu'elles ne ſont pas compoſées comme les groſſes pièces, la poſition des couches ligneuſes & des cloiſons dans un barreau eſt fort différente de la poſition de ces mêmes couches dans une poutre, leur figure eſt même différente, & par conſéquent on ne peut pas eſtimer la force d'une groſſe pièce par celle d'un barreau : un moment de réflexion fera ſentir ce que je viens de dire. Pour former une poutre, il ne faut qu'équarrir l'arbre, c'eſt-à-dire, enlever quatre ſegmens cylindriques d'un bois blanc & imparfait, qu'on appelle *aubier ;* dans le cœur de l'arbre la première couche ligneuſe reſte au milieu de la pièce, toutes les autres couches enveloppent la première en forme de cercles ou de couronnes cylindriques ; le plus grand de ces cercles entiers, a pour diamètre l'épaiſſeur de la pièce ; au-delà de ce cercle tous les autres ſont tranchés, & ne forment plus que des portions de cercles

qui vont toujours en diminuant vers les arêtes de la pièce; ainſi une poutre quarrée eſt compoſée d'un cylindre continu de bon bois bien ſolide, & de quatre portions angulaires tranchées, d'un bois moins ſolide & plus jeune. Un barreau tiré du corps d'un gros arbre ou pris dans une planche, eſt tout autrement compoſé; ce ſont de petits ſegmens longitudinaux des couches annuelles, dont la courbure eſt inſenſible; des ſegmens qui tantôt ſe trouvent poſés parallèlement à une des ſurfaces du barreau, & tantôt plus ou moins inclinés, des ſegmens qui ſont plus ou moins longs & plus ou moins tranchés, & par conſéquent plus ou moins forts; de plus, il y a toujours dans un barreau deux poſitions, dont l'une eſt plus avantageuſe que l'autre, car ces ſegmens de couches ligneuſes forment autant de plans parallèles. Si vous poſez le barreau de manière que ces plans ſoient verticaux, il réſiſtera davantage que dans une poſition horizontale; c'eſt comme ſi on faiſoit rompre pluſieurs planches à la fois, elles réſiſteroient bien davantage étant poſées ſur le côté que ſur le plat. Ces remarques ſont déjà ſentir combien on doit peu compter ſur les tables calculées, ou ſur les formules que différens Auteurs nous ont données de la force du bois, qu'ils n'avoient éprouvée que ſur des pièces, dont les plus groſſes étoient d'un ou deux pouces d'épaiſſeur, & dont ils ne donnent ni le nombre des couches ligneuſes que ces barreaux contenoient, ni la poſition de ces couches, ni le ſens dans lequel ſe ſont trouvées ces couches lorſqu'ils ont fait rompre le barreau;

circonſtances cependant eſſentielles, comme on le verra par mes expériences & par les ſoins que je me ſuis donné pour découvrir les effets de toutes ces différences. Les Phyſiciens qui ont fait quelques expériences ſur la force du bois, n'ont fait aucune attention à ces inconvéniens, mais il y en a d'autres peut-être encore plus grands qu'ils ont auſſi négligé de prévoir ou de prévenir. Le jeune bois eſt moins fort que le bois plus âgé; un barreau tiré du pied d'un arbre réſiſte plus qu'un barreau qui vient du ſommet du même arbre; un barreau pris à la circonférence près de l'aubier, eſt moins fort qu'un pareil morceau pris au centre de l'arbre; d'ailleurs le degré de deſſéchement du bois fait beaucoup à ſa réſiſtance, le bois vert caſſe bien plus difficilement que le bois ſec; enfin le temps qu'on emploie à charger les pièces pour les faire rompre, doit auſſi entrer en conſidération, parce qu'une pièce qui ſoutiendra pendant quelques minutes un certain poids, ne pourra pas ſoutenir ce poids pendant une heure, & j'ai trouvé que des poutres qui avoient chacune ſupporté ſans ſe rompre pendant un jour entier neuf milliers, avoient rompu au bout de cinq ou ſix mois ſous la charge de ſix milliers, c'eſt-à-dire, qu'elles n'avoient pas pu porter pendant ſix mois les deux tiers de la charge qu'elles avoient portée pendant un jour. Tout cela prouve aſſez combien les expériences que l'on a faites ſur cette matière, ſont imparfaites, & peut-être cela prouve auſſi qu'il n'eſt pas trop aiſé de les bien faire.

Mes premières épreuves, qui ſont en très-grand

nombre, n'ont servi qu'à me faire reconnoître tous les inconvéniens dont je viens de parler. Je fis d'abord rompre quelques barreaux, & je calculai quelle devoit être la force d'un barreau plus long & plus gros que ceux que j'avois mis à l'épreuve, & ensuite ayant fait rompre de ces derniers, & ayant comparé le résultat de mon calcul avec la charge actuelle, je trouvai de si grandes différences, que je répétai plusieurs fois la même chose sans pouvoir rapprocher le calcul de l'expérience; j'essayai sur d'autres longueurs & d'autres grosseurs, l'évènement fut le même: enfin je me déterminai à faire une suite complète d'expériences qui pût me servir à dresser une table de la force du bois, sur laquelle je pouvois compter, & que tout le monde pourra consulter au besoin.

Je vais rapporter en aussi peu de mots qu'il me sera possible, la manière dont j'ai exécuté mon projet.

J'ai commencé par choisir, dans un canton de mes bois, cent chênes sains & bien vigoureux, aussi voisins les uns des autres qu'il a été possible de les trouver, afin d'avoir du bois venu en même terrein, car les arbres de différens pays & de différens terreins ont des résistances différentes; autre inconvénient qui seul sembloit d'abord anéantir toute l'utilité que j'espérois tirer de mon travail. Tous ces chênes étoient aussi de la même espèce, de la belle espèce qui produit du gros gland attaché un à un ou deux à deux sur la branche, les plus petits de ces arbres avoient environ 2 pieds $\frac{1}{2}$ de circonférence, & les plus gros 5 pieds; je les ai choisis de différente

groſſeur, afin de me rapprocher davantage de l'uſage ordinaire ; lorſque les Charpentiers ont beſoin d'une pièce de 5 ou 6 pouces d'équarriſſage, ils ne la prennent pas dans un arbre qui peut porter un pied, la dépenſe ſeroit trop grande, & il ne leur arrive que trop ſouvent d'employer des arbres trop menus & où ils laiſſent beaucoup d'aubier; car je ne parle pas ici des ſolives de ſciage qu'on emploie quelquefois, & qu'on tire d'un gros arbre, cependant il eſt bon d'obſerver en paſſant que ces ſolives de ſciage ſont foibles, & que l'uſage en devroit être proſcrit. On verra dans la ſuite de ce Mémoire, combien il eſt avantageux de n'employer que du bois de brin.

Comme le degré de deſſéchement du bois fait varier très-conſidérablement celui de ſa réſiſtance, & que d'ailleurs il eſt fort difficile de s'aſſurer de ce degré de deſſéchement, puiſque ſouvent de deux arbres abattus en même temps, l'un ſe deſsèche en moins de temps que l'autre; j'ai voulu éviter cet inconvénient qui auroit dérangé la ſuite comparée de mes expériences, & j'ai cru que j'aurois un terme plus fixe & plus certain en prenant le bois tout vert. J'ai donc fait couper mes arbres un à un à meſure que j'en avois beſoin; le même jour qu'on abattoit un arbre on le conduiſoit au lieu où il devoit être rompu, le lendemain les charpentiers l'équarriſſoient & des menuiſiers le travailloient à la varlope, afin de lui donner des dimenſions exactes, & le ſurlendemain on le mettoit à l'épreuve.

Voici en quoi conſiſtoit la machine avec laquelle j'ai fait le plus grand nombre de mes expériences. Deux forts

tréteaux de 7 pouces d'équarriſſage, de 3 pieds de hauteur & d'autant de longueur, renforcés dans leur milieu par un bois debout; on poſoit ſur ces tréteaux les deux extrémités de la pièce qu'on vouloit rompre. Pluſieurs boucles quarrées de fer rond, dont la plus groſſe portoit près de 9 pouces de largeur intérieure, & étoit d'un fer de 7 à 8 pouces de tour; la ſeconde boucle portoit 7 pouces de largeur, & étoit faite d'un fer de 5 à 6 pouces de tour, les autres plus petites; on paſſoit la pièce à rompre dans la boucle de fer, les groſſes boucles ſervoient pour les groſſes pièces, & les petites boucles pour les barreaux. Chaque boucle, à la partie ſupérieure, avoit intérieurement une arête, elle étoit faite pour empêcher la boucle de s'incliner, & auſſi pour faire voir la largeur du fer qui portoit ſur les bois à rompre. A la partie inférieure de cette boucle quarrée, on avoit forgé deux crochets de fer de même groſſeur que le fer de la boucle; ces deux crochets ſe ſéparoient, & formoient une boucle ronde d'environ 9 pouces de diamètre, dans laquelle on mettoit une clef de bois de même groſſeur & de 4 pieds de longueur. Cette clef portoit une forte table de 14 pieds de longueur, ſur 6 pieds de largeur, qui étoit faite de ſolives de 5 pouces d'épaiſſeur, miſes les unes contre les autres, & retenues par des fortes barres: on la ſuſpendoit à la boucle par le moyen de la groſſe clef de bois, & elle ſervoit à placer les poids, qui conſiſtoient en trois cents quartiers de pierre, taillés & numérotés, qui peſoient chacun 25, 50, 100, 150 & 200 livres; on portoit ces pierres

ſur

ſur la table, & on bâtiſſoit un maſſif de pierres large & long comme la table, & auſſi haut qu'il étoit néceſſaire pour faire rompre la pièce. J'ai cru que cela étoit aſſez ſimple pour pouvoir en donner l'idée nette ſans le ſecours d'une figure.

On avoit ſoin de mettre de niveau la pièce & les tréteaux que l'on cramponnoit, afin de les empêcher de reculer; huit hommes chargeoient continuellement la table, & commençoient par placer au centre les poids de 200 livres, enſuite ceux de 150, ceux de 100, ceux de 50, & enfin au-deſſus ceux de 25 livres. Deux hommes portés par un échaffaud ſuſpendu en l'air par des cordes, plaçoient les poids de 50 & 25 livres, qu'on n'auroit pu arranger depuis le bas ſans courir riſque d'être écraſé; quatre autres hommes appuyoient & ſoutenoient les quatre angles de la table, pour l'empêcher de vaciller, & pour la tenir en équilibre; un autre avec une longue règle de bois obſervoit combien la pièce plioit à meſure qu'on la chargeoit, & un autre marquoit le temps & écrivoit la charge, qui ſouvent s'eſt trouvée monter à 20, 25 & juſqu'à près de 28 milliers de livres.

J'ai fait rompre de cette façon plus de cent pièces de bois, tant poutres que ſolives, ſans compter 300 barreaux, & ce grand nombre de pénibles épreuves a été à peine ſuffiſant pour me donner une échelle ſuivie de la force du bois, pour toutes les groſſeurs & longueurs; j'en ai dreſſé une Table que je donne à la fin de ce Mémoire; ſi on la compare avec celles de M. Muſſchenbroeck &

des autres Phyſiciens qui ont travaillé ſur cette matière, on verra combien leurs réſultats ſont différens des miens.

Afin de donner d'avance une idée juſte de cette opération, par laquelle j'ai fait rompre les pièces de bois pour en reconnoître la force, je vais rapporter le procédé exact de l'une de mes expériences, par laquelle on pourra juger de toutes les autres.

Ayant fait abattre un chêne de 5 pieds de circonférence, je l'ai fait amener & travailler le même jour par des charpentiers; le lendemain des menuiſiers l'ont réduit à 8 pouces d'équarriſſage & à 12 pieds de longueur. Ayant examiné avec ſoin cette pièce, je jugeai qu'elle étoit fort bonne, elle n'avoit d'autre défaut qu'un petit nœud à l'une des faces. Le ſurlendemain j'ai fait peſer cette pièce, ſon poids ſe trouva être de 409 livres; enſuite l'ayant paſſée dans la boucle de fer, & ayant tourné en haut la face où étoit le petit nœud, je fis diſpoſer la pièce de niveau ſur les tréteaux, elle portoit de 6 pouces ſur chaque tréteau; cette portée de 6 pouces étoit celle des pièces de 12 pieds; celles de 24 pieds portoient de 12 pouces, & ainſi des autres, qui portoient toujours d'un demi-pouce par pied de longueur: ayant enſuite fait gliſſer la boucle de fer juſqu'au milieu de la pièce, on ſouleva à force de leviers la table qui, ſeule avec les boucles & la clef, peſoit 2500 livres. On commença à trois heures cinquante-ſix minutes: huit hommes chargeoient continuellement la table; à cinq heures trente-neuf minutes la pièce n'avoit encore plié que de 2 pouces, quoique chargée de 16

milliers ; à cinq heures quarante-cinq minutes elle avoit plié de 2 pouces $\frac{1}{2}$, & elle étoit chargée de 18500 livres ; à cinq heures cinquante-une minutes elle avoit plié de 3 pouces, & étoit chargée de 21 milliers ; à six heures une minute elle avoit plié de 3 pouces $\frac{1}{2}$, & elle étoit chargée de 23625 livres ; dans cet instant elle fit un éclat comme un coup de pistolet, aussitôt on discontinua de charger, & la pièce plia d'un demi-pouce de plus, c'est-à-dire, de 4 pouces en tout. Elle continua d'éclater avec grande violence pendant plus d'une heure, & il en sortoit par les bouts une espèce de fumée avec un sifflement. Elle plia de près de 7 pouces avant que de rompre absolument, & supporta pendant tout ce temps la charge de 23625 livres. Une partie des fibres ligneuses étoit coupée net comme si on l'eût sciée, & le reste s'étoit rompu en se déchirant, en se tirant & laissant des intervalles à peu-près comme on en voit entre les dents d'un peigne ; l'arête de la boucle de fer qui avoit 3 lignes de largeur, & sur laquelle portoit toute la charge, étoit entrée d'une ligne & demie dans le bois de la pièce, & avoit fait refouler de chaque côté un faisceau de fibres, & le petit nœud qui étoit à la face supérieure, n'avoit point du tout contribué à la faire rompre.

J'ai un journal où il y a plus de cent expériences aussi détaillées que celle-ci, dont il y en a plusieurs qui sont plus fortes. J'en ai fait sur des pièces de 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26 & 28 pieds de longueur & de toutes grosseurs, depuis 4 jusqu'à 8 pouces d'équarrissage, & j'ai

toujours pour une même longueur & grosseur fait rompre trois ou quatre pièces pareilles, afin d'être assuré de leur force respective.

La première remarque que j'ai faite, c'est que le bois ne casse jamais sans avertir, à moins que la pièce ne soit fort petite ou fort sèche; le bois vert casse plus difficilement que le bois sec, & en général le bois qui a du ressort, résiste beaucoup plus que celui qui n'en a pas: l'aubier, le bois des branches, celui du sommet de la tige d'un arbre, tout le bois jeune est moins fort que le bois plus âgé. La force du bois n'est pas proportionnelle à son volume; une pièce double ou quadruple d'une autre pièce de même longueur, est beaucoup plus du double ou du quadruple plus forte que la première; par exemple, il ne faut pas quatre milliers pour rompre une pièce de 10 pieds de longueur & de 4 pouces d'équarrissage, & il en faut dix pour rompre une pièce double; il faut vingt-six milliers pour rompre une pièce quadruple, c'est-à-dire, une pièce de 10 pieds de longueur sur 8 pouces d'équarrissage. Il en est de même pour la longueur, il semble qu'une pièce de 8 pieds & de même grosseur qu'une pièce de 16 pieds, doit par les règles de la mécanique, porter juste le double; cependant elle porte beaucoup moins. Je pourrois donner les raisons physiques de tous ces faits, mais je me borne à donner des faits; le bois qui, dans le même terrein, croît le plus vîte, est le plus fort; celui qui a crû lentement, & dont les cercles annuels, c'est-à-dire, les couches ligneuses sont minces, est plus foible que l'autre.

J'ai trouvé que la force du bois eſt proportionnelle à ſa peſanteur, de ſorte qu'une pièce de même longueur & groſſeur, mais plus peſante qu'une autre pièce, ſera auſſi plus forte à peu-près en même raiſon. Cette remarque donne les moyens de comparer la force des bois qui viennent de différens pays & de différens terreins, & étend infiniment l'utilité de mes expériences; car lorſqu'il s'agira d'une conſtruction importante ou d'un ouvrage de conſéquence, on pourra aiſément, au moyen de ma Table, & en peſant les pièces, ou ſeulement des échantillons de ces pièces, s'aſſurer de la force du bois qu'on emploie, & on évitera le double inconvénient d'employer trop ou trop peu de cette matière, que ſouvent on prodigue mal-à-propos, & que quelquefois on ménage avec encore moins de raiſon.

On ſeroit porté à croire qu'une pièce qui, comme dans mes expériences, eſt poſée librement ſur deux tréteaux, doit porter beaucoup moins qu'une pièce retenue par les deux bouts, & infixée dans une muraille, comme ſont les poutres & les ſolives d'un bâtiment; mais ſi on fait réflexion qu'une pièce que je ſuppoſe de 24 pieds de longueur, en baiſſant de 6 pouces dans ſon milieu, ce qui eſt ſouvent plus qu'il n'en faut pour la faire rompre, ne hauſſe en même temps que d'un demi-pouce à chaque bout, & que même elle ne hauſſe guère que de 3 lignes, parce que la charge tire le bout hors de la muraille, ſouvent beaucoup plus qu'elle ne le fait hauſſer; on verra bien que mes expériences s'appliquent à la poſition ordinaire des poutres dans un bâtiment: la force qui les fait rompre en

les obligeant de plier dans le milieu & de hausser par les bouts, est cent fois plus considérable que celle des plâtres & des mortiers qui cèdent & se dégradent aisément, & je puis assurer, après l'avoir éprouvé, que la différence de force d'une pièce posée sur deux appuis & libre par les bouts, & de celle d'une pièce fixée par les deux bouts dans une muraille bâtie à l'ordinaire, est si petite qu'elle ne mérite pas qu'on y fasse attention.

J'avoue qu'en retenant une pièce par des ancres de fer, en la posant sur des pierres de taille dans une bonne muraille on augmente considérablement sa force. J'ai quelques expériences sur cette position, dont je pourrai donner les résultats. J'avouerai même de plus, que si cette pièce étoit invinciblement retenue & inébranlablement contenue par les deux bouts dans des enchâtres d'une matière inflexible & parfaitement dure, il faudroit une force presque infinie pour la rompre; car on peut démontrer que pour rompre une pièce ainsi posée, il faudroit une force beaucoup plus grande que la force nécessaire pour rompre une pièce de bois debout, qu'on tireroit ou qu'on presseroit suivant sa longueur.

Dans les bâtimens & les *contignations* ordinaires, les pièces de bois sont chargées dans toute leur longueur & en différens points, au lieu que dans mes expériences toute la charge est réunie dans un seul point au milieu; cela fait une différence considérable, mais qu'il est aisé de déterminer au juste; c'est une affaire de calcul que tout Constructeur un peu versé dans la mécanique pourra suppléer aisément.

Pour essayer de comparer les effets du temps sur la résistance du bois, & pour reconnoître combien il diminue de sa force, j'ai choisi quatre pièces de 18 pieds de longueur, sur 7 pouces de grosseur; j'en ai fait rompre deux, qui en nombres ronds, ont porté neuf milliers chacune pendant une heure: j'ai fait charger les deux autres de six milliers seulement, c'est-à-dire, des deux tiers de la première charge, & je les ai laissé ainsi chargées, résolu d'attendre l'évènement. L'une de ces pièces a cassé au bout de cinq mois & vingt-cinq jours, & l'autre au bout de six mois & dix-sept jours. Après cette expérience je fis travailler deux autres pièces toutes pareilles, & je ne les fis charger que de la moitié, c'est-à-dire de 4500 livres; je les ai tenu pendant plus de deux ans ainsi chargées, elles n'ont pas rompu, mais elles ont plié assez considérablement; ainsi dans des bâtimens qui doivent durer long-temps, il ne faut donner au bois tout au plus que la moitié de la charge qui peut le faire rompre, & il n'y a que dans des cas pressans & dans des constructions qui ne doivent pas durer, comme lorsqu'il faut faire un pont pour passer une armée, ou un échaffaud pour secourir ou assaillir une ville, qu'on peut hasarder de donner au bois les deux tiers de sa charge.

Je ne sais s'il est nécessaire d'avertir que j'ai rebuté plusieurs pièces qui avoient des défauts, & que je n'ai compris dans ma Table que les expériences dont j'ai été satisfait. J'ai encore rejeté plus de bois que je n'en ai employé; les nœuds, le fil tranché & les autres défauts

du bois ſont aſſez aiſés à voir, mais il eſt difficile de juger de leur effet par rapport à la force d'une pièce, il eſt ſûr qu'ils la diminuent beaucoup, & j'ai trouvé un moyen d'eſtimer à peu-près la diminution de force cauſée par un nœud. On ſait qu'un nœud eſt une eſpèce de cheville adhérente à l'intérieur du bois, on peut même connoître à peu-près par le nombre des cercles annuels qu'il contient, la profondeur à laquelle il pénètre; j'ai fait faire des trous en forme de cône & de même profondeur dans des pièces qui étoient ſans nœuds, & j'ai rempli ces trous avec des chevilles de même figure; j'ai fait rompre ces pièces, & j'ai reconnu par-là combien les nœuds ôtent de force au bois, ce qui eſt beaucoup au-delà de ce qu'on pourroit imaginer: un nœud qui ſe trouvera ou une cheville qu'on mettra à la face inférieure, & ſur-tout à l'une des arêtes, diminue quelquefois d'un quart la force de la pièce. J'ai auſſi eſſayé de reconnoître, par pluſieurs expériences, la diminution de force cauſée par le fil tranché du bois. Je ſuis obligé de ſupprimer les réſultats de ces épreuves qui demandent beaucoup de détail; qu'il me ſoit permis cependant de rapporter un fait qui paroîtra ſingulier, c'eſt qu'ayant fait rompre des pièces courbes, telles qu'on les emploie pour la conſtruction des vaiſſeaux, des dômes, &c. j'ai trouvé qu'elles réſiſtent davantage en oppoſant à la charge le côté concave; on imagineroit d'abord le contraire, & on penſeroit qu'en oppoſant le côté convexe, comme la pièce fait voûte, elle devroit réſiſter davantage; cela ſeroit vrai pour une pièce dont les

les fibres longitudinales ſeroient courbes naturellement, c'eſt-à-dire, pour une pièce courbe, dont le fil du bois ſeroit continu & non tranché; mais comme les pièces courbes dont je me ſuis ſervi, & preſque toutes celles dont on ſe ſert dans les conſtructions, ſont priſes dans un arbre qui a de l'épaiſſeur, la partie intérieure de ces couches eſt beaucoup plus tranchée que la partie extérieure, & par conſéquent elle réſiſte moins, comme je l'ai trouvé par mes expériences.

Il ſembleroit que des épreuves faites avec tant d'appareil & en ſi grand nombre, ne devroient rien laiſſer à deſirer, ſur-tout dans une matière auſſi ſimple que celle-ci; cependant je dois convenir, & je l'avouerai volontiers, qu'il reſte encore bien des choſes à trouver; je n'en citerai que quelques-unes. On ne connoît pas le rapport de la force de la cohérence longitudinale du bois à la force de ſon union tranſverſale, c'eſt-à-dire, quelle force il faut pour rompre, & quelle force il faut pour fendre une pièce. On ne connoît pas la réſiſtance du bois dans des poſitions différentes de celle que ſuppoſent mes expériences, poſitions cependant aſſez ordinaires dans les bâtimens, & ſur leſquelles il ſeroit très-important d'avoir des règles certaines; je veux parler de la force des bois debout, des bois inclinés, des bois retenus par une ſeule de leurs extrémités, &c. Mais en partant des réſultats de mon travail, on pourra parvenir aiſément à ces connoiſſances qui nous manquent. Paſſons maintenant au détail de mes expériences.

J'ai d'abord recherché quels étoient la denſité & le poids du bois de chêne dans les différens âges, quelle proportion il y a entre la peſanteur du bois qui occupe le centre, & la peſanteur du bois de la circonférence, & encore entre la peſanteur du bois parfait & celle de l'aubier, &c. M. Duhamel m'a dit qu'il avoit fait des expériences à ce ſujet; l'attention ſcrupuleuſe avec laquelle les miennes ont été faites, me donne lieu de croire qu'elles ſe trouveront d'accord avec les ſiennes.

J'ai fait tirer un bloc du pied d'un chêne abattu le même jour, & ayant poſé la pointe d'un compas au centre des cercles annuels, j'ai décrit une circonférence de cercle autour de ce centre, & enſuite ayant poſé la pointe du compas au milieu de l'épaiſſeur de l'aubier, j'ai décrit un pareil cercle dans l'aubier; j'ai fait enſuite tirer de ce bloc deux petits cylindres, l'un de cœur de chêne, & l'autre d'aubier, & les ayant poſés dans les baſſins d'une bonne balance hydroſtatique, & qui penchoit ſenſiblement à un quart de grain, je les ai ajuſtés en diminuant peu-à-peu le plus peſant des deux, & lorſqu'ils m'ont paru parfaitement en équilibre, je les ai peſés, ils peſoient également chacun 371 grains; les ayant enſuite peſés ſéparément dans l'eau, où je ne fis que les plonger un moment, j'ai trouvé que le morceau de cœur perdoit dans l'eau 317 grains, & le morceau d'aubier 344 des mêmes grains. Le peu de temps qu'ils demeurèrent dans l'eau, rendit inſenſible la différence de leur augmentation de volume par l'imbibition de l'eau, qui eſt très-différente dans le cœur du chêne & dans l'aubier.

Le même jour j'ai fait faire deux autres cylindres, l'un de cœur & l'autre d'aubier de chêne, tirés d'un autre bloc, pris dans un arbre à peu-près de même âge que le premier & à la même hauteur de terre; ces deux cylindres pesoient chacun 1978 grains, le morceau de cœur de chêne perdit dans l'eau 1635 grains, & le morceau d'aubier 1784. En comparant cette expérience avec la première, on trouve que le cœur de chêne ne perd dans cette seconde expérience que 307 ou environ, sur 371, au lieu de $317\frac{1}{2}$; & de même que l'aubier ne perd sur 371 grains que 330, au lieu de 344, ce qui est à peu-près la même proportion entre le cœur & l'aubier: la différence réelle ne vient que de la densité différente tant du cœur que de l'aubier du second arbre, dont tout le bois en général étoit plus solide & plus dur que le bois du premier.

Trois jours après j'ai pris dans un des morceaux d'un autre chêne abattu le même jour que les précédens, trois cylindres, l'un au centre de l'arbre, l'autre à la circonférence du cœur, & le troisième à l'aubier, qui pesoient tous trois 975 grains dans l'air, & les ayant pesés dans l'eau, le bois du centre perdit 873 grains, celui de la circonférence du cœur perdit 906, & l'aubier 938 grains. En comparant cette troisième expérience avec les deux précédentes, on trouve que 371 grains du cœur du premier chêne perdant 317 grains $\frac{1}{2}$, 371 grains du cœur du second chêne auroient dû perdre 332 grains à peu-près; & de même que 371 grains d'aubier du premier chêne perdant 344 grains, 371 grains du second chêne auroient

dû perdre 330 grains, & 371 grains de l'aubier du troisième chêne auroient dû perdre 356 grains, ce qui ne s'éloigne pas beaucoup de la première proposition; la différence réelle de la perte, tant du cœur que de l'aubier de ce troisième chêne, venant de ce que son bois étoit plus léger & un peu plus sec que celui des deux autres. Prenant donc la mesure moyenne entre ces trois différens bois de chêne, on trouve que 371 grains de cœur, perdent dans l'eau 319 grains $\frac{1}{3}$ de leur poids, & que 371 grains d'aubier perdent 343 grains de leur poids; donc le volume du cœur de chêne est au volume de l'aubier :: 319 $\frac{1}{3}$: 343, & les masses :: 343 : 319 $\frac{1}{3}$, ce qui fait environ un quinzième pour la différence entre les poids spécifiques du cœur & de l'aubier.

J'avois choisi pour faire cette troisième expérience un morceau de bois dont les couches ligneuses m'avoient paru assez égales dans leur épaisseur, & j'enlevai mes trois cylindres, de telle façon que le centre de mon cylindre du milieu, qui étoit pris à la circonférence du cœur, étoit également éloigné du centre de l'arbre où j'avois enlevé mon premier cylindre de cœur, & du centre du cylindre d'aubier; par-là j'ai reconnu que la pesanteur du bois décroît à peu-près en progression arithmétique, car la perte du cylindre du centre étant 873, & celle du cylindre d'aubier étant 938, on trouvera en prenant la moitié de la somme de ces deux nombres, que le bois de la circonférence du cœur doit perdre 905 $\frac{1}{2}$, & par l'expérience je trouve qu'il a perdu 906; ainsi le bois depuis le centre

juſqu'à la dernière circonférence de l'aubier, diminue de denſité en progreſſion arithmétique.

Je me ſuis aſſuré par des épreuves ſemblables à celles que je viens d'indiquer, de la diminution de peſanteur du bois dans ſa longueur; le bois du pied d'un arbre pèſe plus que le bois du tronc au milieu de ſa hauteur, & celui de ce milieu pèſe plus que le bois du ſommet, & cela à peu-près en progreſſion arithmétique, tant que l'arbre prend de l'accroiſſement; mais il vient un temps où le bois du centre & celui de la circonférence du cœur pèſent à peu-près également, & c'eſt le temps auquel le bois eſt dans ſa perfection.

Les expériences ci-deſſus ont été faites ſur des arbres de ſoixante ans, qui croiſſoient encore, tant en hauteur qu'en groſſeur; & les ayant répétées ſur des arbres de quarante-ſix ans, & encore ſur des arbres de trente-trois ans, j'ai toujours trouvé que le bois du centre à la circonférence, & du pied de l'arbre au ſommet, diminuoit de peſanteur à peu-près en progreſſion arithmétique.

Mais comme je viens de l'obſerver, dès que les arbres ceſſent de croître, cette proportion commence à varier. J'ai pris dans le tronc d'un arbre d'environ cent ans, trois cylindres, comme dans les épreuves précédentes, qui tous trois peſoient 2004 grains dans l'air; celui du centre perdit dans l'eau 1713 grains, celui de la circonférence du cœur 1718 grains, & celui de l'aubier 1779 grains.

Par une ſeconde épreuve j'ai trouvé que de trois autres cylindres, pris dans le tronc d'un arbre d'environ cent

dix ans, & qui peſoient dans l'air 1122 grains, celui du centre perdit 1002 grains dans l'eau, celui de la circonférence du cœur 997 grains, & celui de l'aubier 1023 grains. Cette expérience prouve que le cœur n'étoit plus la partie la plus ſolide de l'arbre, & elle prouve en même temps que l'aubier eſt plus peſant & plus ſolide dans les vieux que dans les jeunes arbres.

J'avoue que dans les différens climats, dans les différens terreins, & même dans le même terrein, cela varie prodigieuſement, & qu'on peut trouver des arbres ſitués aſſez heureuſement pour prendre encore de l'accroiſſement en hauteur à l'âge de cent cinquante ans; ceux-ci ſont une exception à la règle, mais en général il eſt conſtant que le bois augmente de peſanteur juſqu'à un certain âge dans la proportion que nous avons établie; qu'après cet âge le bois des différentes parties de l'arbre devient à peu-près d'égale peſanteur, & c'eſt alors qu'il eſt dans ſa perfection; & enfin que ſur ſon déclin le centre de l'arbre venant à s'obſtruer, le bois du cœur ſe deſsèche faute de nourriture ſuffiſante, & devient plus léger que le bois de la circonférence à proportion de la profondeur, de la différence du terrein & du nombre des circonſtances qui peuvent prolonger ou raccourcir le temps de l'accroiſſement des arbres.

Ayant reconnu par les expériences précédentes la différence de la denſité du bois dans les différens âges & dans les différens états où il ſe trouve avant que d'arriver à ſa perfection, j'ai cherché quelle étoit la différence de la

force, aussi dans les mêmes différens âges ; & pour cela j'ai fait tirer du centre de plusieurs arbres, tous de même âge, c'est-à-dire, d'environ soixante ans, plusieurs barreaux de trois pieds de longueur sur un pouce d'équarrissage, entre lesquels j'en ai choisi quatre qui étoient les plus parfaits, ils pesoient ;

1.er	2.d	3.me	4.me barreau.
onces.	onces.	onces.	onces.
$26\frac{31}{32}$	$26\frac{13}{32}$	$26\frac{16}{32}$	$26\frac{15}{32}$

Ils ont rompu sous la charge de

301l. . . . . . 289l. . . . . 272l. . . . . . 272l.

Ensuite j'ai pris plusieurs morceaux du bois de la circonférence du cœur, de même longueur & de même équarrissage, c'est-à-dire de 3 pieds, sur 1 pouce, entre lesquels j'ai choisi quatre des plus parfaits, ils pesoient :

1.er	2.d	3.me	4.me
onces.	onces.	onces.	onces.
$25\frac{26}{32}$	$25\frac{20}{32}$	$25\frac{14}{32}$	$25\frac{11}{32}$

Ils ont rompu sous la charge de

262l. . . . . 258l. . . . . 255l. . . . . . 253l.

Et de même ayant pris quatre morceaux d'aubier, ils pesoient :

1.er	2.d	3.me	4.me
onces.	onces.	onces.	onces.
$25\frac{5}{32}$	$24\frac{31}{32}$	$24\frac{26}{32}$	$24\frac{24}{32}$

Ils ont rompu sous la charge de

248l. . . . . 242l. . . . . 241l. . . . . . 250l.

Ces épreuves me firent soupçonner que la force du bois pourroit bien être proportionnelle à sa pesanteur, ce

qui s'est trouvé vrai, comme on le verra par la suite de ce Mémoire. J'ai répété les mêmes expériences sur des barreaux de 2 pieds, sur d'autres de 18 pouces de longueur & d'un pouce d'équarrissage. Voici le résultat de ces expériences.

BARREAUX DE DEUX PIEDS *(a)*.

Poids.

	1.er	2.d	3.me	4.me
	onces.	onces.	onces.	onces.
Centre	$17\frac{2}{32}$	$16\frac{31}{32}$	$16\frac{24}{32}$	$16\frac{21}{32}$
Circonférence	$15\frac{28}{32}$	$15\frac{1}{32}$	$15\frac{7}{32}$	$15\frac{16}{32}$
Aubier	$14\frac{27}{32}$	$14\frac{26}{32}$	$14\frac{24}{32}$	$14\frac{22}{32}$

Charges.

Centre	439l	428l	415l	405l
Circonférence	356	350	346	346
Aubier	340	334	325	316

BARREAUX DE DIX-HUIT POUCES.

Poids.

	1.er	2.d	3.me	4.me
	onces.	onces.	onces.	onces.
Centre	$13\frac{10}{32}$	$13\frac{6}{32}$	$13\frac{4}{32}$	13
Circonférence	$12\frac{16}{32}$	$12\frac{13}{32}$	$12\frac{8}{32}$	$12\frac{4}{32}$
Aubier	$11\frac{27}{32}$	$11\frac{23}{32}$	$11\frac{18}{32}$	$11\frac{16}{32}$

Charges.

Centre	488l	486l	478l	477l
Circonférence	460	451	443	441
Aubier	439	438	428	428

(a) Il faut remarquer que comme l'arbre étoit assez gros, le bois de la circonférence étoit beaucoup plus éloigné du bois du centre que de celui de l'aubier.

BARREAUX D'UN PIED.

Poids.

	1.er	2.d	3.me	4.me
	onces.	onces.	onces.	onces.
Centre	$8\frac{19}{32}$	$8\frac{19}{32}$	$8\frac{16}{32}$	$8\frac{15}{32}$.
Circonférence	$8\frac{1}{32}$	$7\frac{22}{32}$	$7\frac{20}{32}$	$7\frac{20}{32}$.
Aubier	$7\frac{10}{32}$	$7\frac{2}{32}$	7	$6\frac{28}{32}$.

Charges.

Centre	764^l	761^l	750^l	751^l.
Circonférence	721	700	693	698.
Aubier	668	652	651	643.

En comparant toutes ces expériences, on voit que la force du bois ne ſuit pas bien exactement la même proportion que ſa peſanteur ; mais on voit toujours que cette peſanteur diminue comme dans les premières expériences, du centre à la circonférence. On ne doit pas s'étonner de ce que ces expériences ne ſont pas ſuffiſantes pour juger exactement de la force du bois ; car les barreaux tirés du centre de l'arbre ſont autrement compoſés que les barreaux de la circonférence ou de l'aubier, & je ne fus pas long-temps ſans m'apercevoir que cette différence dans la poſition, tant des couches ligneuſes que des cloiſons qui les uniſſent, devoit influer beaucoup ſur la réſiſtance du bois.

J'examinai donc avec plus d'attention la forme & la ſituation des couches ligneuſes dans les différens barreaux tirés des différentes parties du tronc de l'arbre, je vis que les barreaux tirés du centre, contenoient dans le milieu un

cylindre de bois rond, & qu'ils n'étoient tranchés qu'aux arêtes; je vis que ceux de la circonférence du cœur, formoient des plans presque parallèles entr'eux avec une courbure assez sensible, & que ceux de l'aubier étoient presque absolument parallèles avec une courbure insensible. J'observai de plus que le nombre des couches ligneuses varioit très-considérablement dans les différens barreaux, de sorte qu'il y en avoit qui ne contenoient que sept couches ligneuses, & d'autres en contenoient quatorze dans la même épaisseur d'un pouce. Je m'aperçus aussi que la position de ces couches ligneuses, & le sens où elles se trouvoient lorsqu'on faisoit rompre le barreau, devoient encore faire varier leur résistance, & je cherchai les moyens de connoître au juste la proportion de cette variation.

J'ai fait tirer du même pied d'arbre, à la circonférence du cœur, deux barreaux de trois pieds de longueur, sur un pouce & demi d'équarrissage, chacun de ces deux barreaux contenoit quatorze couches ligneuses presque parallèles entr'elles. Le premier pesoit 3 livres 2 onces $\frac{1}{8}$, & le second 3 livres 2 onces $\frac{1}{2}$. J'ai fait rompre ces deux barreaux, en les exposant de façon que dans le premier les couches ligneuses se trouvoient posées horizontalement, & dans le second elles étoient situées verticalement. Je prévoyois que cette dernière position devoit être avantageuse; & en effet, le premier rompit sous la charge de 832 livres, & le second ne rompit que sous celle de 972 livres.

J'ai de même fait tirer plusieurs petits barreaux d'un

pouce d'équarriſſage, ſur un pied de longueur ; l'un de ces barreaux qui peſoit 7 onces $\frac{20}{32}$, & contenoit douze couches ligneuſes poſées horizontalement, a rompu ſous 784 livres ; l'autre qui peſoit 8 onces, & contenoit auſſi douze couches ligneuſes poſées verticalement, n'a rompu que ſous 860 livres.

Des deux autres pareils barreaux, dont le premier peſoit 7 onces, & contenoit huit couches ligneuſes ; & le ſecond 7 onces $\frac{10}{32}$, & contenoit auſſi huit couches ligneuſes ; le premier dont les couches ligneuſes étoient poſées horizontalement, a rompu ſous 778 livres ; & l'autre dont les couches étoient poſées verticalement, a rompu ſous 828 livres.

J'ai de même fait tirer des barreaux de deux pieds de longueur, ſur un pouce & demi d'équarriſſage. L'un de ces barreaux qui peſoit 2 livres 7 onces $\frac{1}{16}$, & contenoit douze couches ligneuſes poſées horizontalement, a rompu ſous 1217 livres ; & l'autre qui peſoit 2 livres 7 onces $\frac{1}{8}$, & qui contenoit auſſi douze couches ligneuſes, a rompu ſous 1294 livres.

Toutes ces expériences concourent à prouver qu'un barreau ou une ſolive réſiſte bien davantage lorſque les couches ligneuſes qui le compoſent, ſont ſituées perpendiculairement ; elles prouvent auſſi que plus il y a de couches ligneuſes dans les barreaux ou autres petites pièces de bois, plus la différence de la force de ces pièces dans les deux poſitions oppoſées eſt conſidérable. Mais comme je n'étois pas encore pleinement ſatisfait à cet égard, j'ai

fait la même expérience ſur des planches miſes les unes contre les autres, & je les rapporterai dans la ſuite, ne voulant point interrompre ici l'ordre des temps de mon travail, parce qu'il me paroît plus naturel de donner les choſes comme on les a faites.

Les expériences précédentes ont ſervi à me guider pour celles qui doivent ſuivre; elles m'ont appris qu'il y a une différence conſidérable entre la peſanteur & la force du bois dans un même arbre, ſelon que ce bois eſt pris au centre ou à la circonférence de l'arbre; elles m'ont fait voir que la ſituation des couches ligneuſes, faiſoit varier la réſiſtance de la même pièce de bois. Elles m'ont encore appris que le nombre des couches ligneuſes influe ſur la force du bois, & dès-lors j'ai reconnu que les tentatives qui ont été faites juſqu'à préſent ſur cette matière, ſont inſuffiſantes pour déterminer la force du bois; car toutes ces tentatives ont été faites ſur des petites pièces d'un pouce ou un pouce & demi d'équarriſſage, & on a fondé ſur ces expériences, le calcul des tables qu'on nous a données pour la réſiſtance des poutres, ſolives & pièces de toute groſſeur & longueur, ſans avoir fait aucune des remarques que nous avons énoncées ci-deſſus.

Après ces premières connoiſſances de la force du bois, qui ne ſont encore que des notions aſſez peu complètes, j'ai cherché à en acquérir de plus préciſes; j'ai voulu m'aſſurer d'abord ſi de deux morceaux de bois de même longueur & de même figure, mais dont le premier étoit double du ſecond pour la groſſeur; le premier avoit une

résistance double, & pour cela j'ai choisi plusieurs morceaux, pris dans les mêmes arbres & à la même distance du centre, ayant le même nombre d'années, situés de la même façon, avec toutes les circonstances nécessaires pour établir une juste comparaison.

J'ai pris à la même distance du centre d'un arbre, quatre morceaux de bois parfait, chacun de 2 pouces d'équarrissage, sur 18 pouces de longueur; ces quatre morceaux ont rompu sous 3226, 3062, 2983 & 2890 livres, c'est-à-dire, sous la charge moyenne de 3040 livres. J'ai de même pris quatre morceaux de 17 lignes, foibles d'équarrissage, sur la même longueur, ce qui fait à très-peu près la moitié de grosseur des quatre premiers morceaux, & j'ai trouvé qu'ils ont rompu sous 1304, 1274, 1331, 1198 livres, c'est-à-dire, au pied moyen, sous 1252 livres. Et de même j'ai pris quatre morceaux d'un pouce d'équarrissage, sur la même longueur de 18 pouces, ce qui fait le quart de grosseur des premiers, & j'ai trouvé qu'ils ont rompu sous 526, 517, 500, 496 livres, c'est-à-dire, au pied moyen, sous 510 livres. Cette expérience fait voir que la force d'une pièce n'est pas proportionnelle à sa grosseur, car ces grosseurs étant 1, 2, 4, les charges devroient être 510, 1020, 2040, au lieu qu'elles sont en effet 510, 1252, 3040, ce qui est fort différent, comme l'avoient déjà remarqué quelques Auteurs qui ont écrit sur la résistance des solides.

J'ai pris de même plusieurs barreaux d'un pied, de 18 pouces, de 2 pieds & de 3 pieds de longueur, pour

reconnoître si les barreaux d'un pied porteroient une fois autant que ceux de 2 pieds ; & pour m'assurer si la résistance des pièces diminue justement dans la même raison que leur longueur augmente. Les barreaux d'un pied supportèrent, au pied moyen, 765 livres ; ceux de 18 pouces, 500 livres ; ceux de 2 pieds, 369 livres ; & ceux de 3 pieds, 230 livres. Cette expérience me laissa dans le doute, parce que les charges n'étoient pas fort différentes de ce qu'elles devoient être, car au lieu de 765, 500, 369 & 230, la règle du levier demandoit 765, 510 $\frac{1}{2}$, 382 & 255 livres, ce qui ne s'éloigne pas assez pour pouvoir conclure que la résistance des pièces de bois ne diminue pas en même raison que leur longueur augmente ; mais d'un autre côté cela s'éloigne assez pour qu'on suspende son jugement, & en effet, on verra par la suite que l'on a ici raison de douter.

J'ai ensuite cherché quelle étoit la force du bois, en supposant la pièce inégale dans ses dimensions, par exemple, en la supposant d'un pouce d'épaisseur, sur 1 pouce $\frac{1}{2}$ de largeur, & en la plaçant sur l'une & ensuite sur l'autre de ces dimensions ; & pour cela j'ai fait faire quatre barreaux d'aubier de 18 pouces de longueur, sur 1 pouce $\frac{1}{2}$ d'une face, & sur 1 pouce de l'autre face ; ces quatre barreaux posés sur la face d'un pouce, ont supporté au pied moyen, 723 livres, & quatre autres barreaux tous semblables, posés sur la face d'un pouce $\frac{1}{2}$, ont supporté au pied moyen, 935 livres $\frac{1}{2}$. Quatre barreaux de bois parfait, posés sur la face d'un pouce, ont supporté au pied

moyen, 775; & ſur la face d'un pouce $\frac{1}{2}$, 998 livres. Il faut toujours ſe ſouvenir que dans ces expériences j'avois ſoin de choiſir des morceaux de bois à peu-près de même peſanteur & qui contenoient le même nombre de couches ligneuſes poſées du même ſens.

Avec toutes ces précautions & toute l'attention que je donnois à mon travail, j'avois ſouvent peine à me ſatisfaire; je m'apercevois quelquefois d'irrégularités & de variations qui dérangeoient les conſéquences que je voulois tirer de mes expériences, & j'en ai plus de mille rapportées ſur un regiſtre, que j'ai faites à pluſieurs deſſeins, dont cependant je n'ai pu rien tirer, & qui m'ont laiſſé dans une incertitude manifeſte à bien des égards. Comme toutes ces expériences ſe faiſoient avec des morceaux de bois d'un pouce, d'un pouce $\frac{1}{2}$ ou de 2 pouces d'équarriſſage, il falloit une attention très-ſcrupuleuſe dans le choix du bois, une égalité preſque parfaite dans la peſanteur, le même nombre dans les couches ligneuſes; & outre cela il y avoit un inconvénient preſque inévitable, c'étoit l'obliquité de la direction des fibres, qui ſouvent rendoit les morceaux de bois tranchés les uns d'une couche, les autres d'une demi-couche, ce qui diminuoit conſidérablement la force du barreau; je ne parle pas des nœuds, des défauts du bois, de la direction très-oblique des couches ligneuſes, on ſent bien que tous ces morceaux étoient rejetés ſans ſe donner la peine de les mettre à l'épreuve; enfin de ce grand nombre d'expériences que j'ai faites ſur des petits morceaux, je n'en ai pu tirer rien

d'aſſuré que les réſultats que j'ai donnés ci-deſſus, & je n'ai pas cru devoir haſarder d'en tirer des conſéquences générales pour faire des tables ſur la réſiſtance du bois.

Ces conſidérations & les regrets des peines perdues, me déterminèrent à entreprendre de faire des expériences en grand; je voyois clairement la difficulté de l'entrepriſe, mais je ne pouvois me réſoudre à l'abandonner, & heureuſement j'ai été beaucoup plus ſatisfait que je ne l'eſpérois d'abord.

PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

J'AI fait abattre un chêne de 3 pieds de circonférence, & d'environ 25 pieds de hauteur, il étoit droit & ſans branches juſqu'à la hauteur de 15 à 16 pieds; je l'ai fait ſcier à 14 pieds, afin d'éviter les défauts du bois, cauſés par l'éruption des branches, & enſuite j'ai fait ſcier par le milieu cette pièce de 14 pieds, cela m'a donné deux pièces de 7 pieds chacune; je les ai fait équarrir le lendemain par des charpentiers, & le ſurlendemain je les ai fait travailler à la varlope par des menuiſiers, pour les réduire à 4 pouces juſte d'équarriſſage; ces deux pièces étoient fort ſaines & ſans aucun nœud apparent; celle qui provenoit du pied de l'arbre peſoit 60 livres, celle qui venoit du deſſus du tronc peſoit 56 livres; on employa à charger la première vingt-neuf minutes de temps, elle plia dans ſon milieu de 3 pouces $\frac{1}{2}$ avant que d'éclater; à l'inſtant que la pièce eut éclaté, on diſcontinua de la charger, elle continua d'éclater & de faire beaucoup de bruit pendant vingt-deux

vingt-deux minutes, elle baiſſa dans ſon milieu de 4 pouces $\frac{1}{2}$, & rompit ſous la charge de 5350 livres: la ſeconde pièce, c'eſt-à-dire, celle qui provenoit de la partie ſupérieure du tronc fut chargée en vingt-deux minutes, elle plia dans ſon milieu de 4 pouces 6 lignes avant que d'éclater; alors on ceſſa de la charger, elle continua d'éclater pendant huit minutes, & elle baiſſa dans ſon milieu de 6 pouces 6 lignes, & rompit ſous la charge de 5275 livres.

I I.

DANS le même terrein où j'avois fait couper l'arbre qui m'a ſervi à l'expérience précédente, j'en ai fait abattre un autre preſque ſemblable au premier, il étoit ſeulement un peu plus élevé, quoiqu'un peu moins gros, ſa tige étoit aſſez droite, mais elle laiſſoit paroître pluſieurs petites branches de la groſſeur d'un doigt dans la partie ſupérieure, & à la hauteur de 17 pieds elle ſe diviſoit en deux groſſes branches; j'ai fait tirer de cet arbre deux ſolives de 8 pieds de longueur, ſur 4 pouces d'équarriſſage, & je les ai fait rompre deux jours après, c'eſt-à-dire, immédiatement après qu'on les eut travaillées & réduites à la juſte meſure; la première ſolive qui provenoit du pied de l'arbre peſoit 68 livres, & la ſeconde tirée de la partie ſupérieure de la tige, ne peſoit que 63 livres; on chargea cette première ſolive en quinze minutes, elle plia dans ſon milieu de 3 pouces 9 lignes avant que d'éclater; dès qu'elle eut éclaté on ceſſa de charger, la ſolive continua d'éclater pendant

dix minutes, elle baiſſa dans ſon milieu de 8 pouces, après quoi elle rompit en faiſant beaucoup de bruit ſous le poids de 4600 livres : la ſeconde ſolive fut chargée en treize minutes, elle plia de 4 pouces 8 lignes avant que d'éclater, & après le premier éclat, qui ſe fit à 3 pieds 2 pouces du milieu, elle baiſſa de 11 pouces en ſix minutes, & rompit au bout de ce temps, ſous la charge de 4500 livres.

III.

Le même jour je fis abattre un troiſième chêne voiſin des deux autres, & j'en fis ſcier la tige par le milieu; on en tira deux ſolives de 9 pieds de longueur chacune, ſur 4 pouces d'équarriſſage; celle du pied peſoit 77 livres, & celle du ſommet 71 livres; & les ayant fait mettre à l'épreuve, la première fut chargée en quatorze minutes, elle plia de 4 pouces 10 lignes avant que d'éclater, & enſuite elle baiſſa de 7 pouces $\frac{1}{2}$, & rompit ſous la charge de 4100 livres; celle du deſſus de la tige, qui fut chargée en douze minutes plia de 5 pouces $\frac{1}{2}$, éclata; enſuite elle baiſſa juſqu'à 9 pouces, & rompit net ſous la charge de 3950 livres.

Ces expériences font voir que le bois du pied d'un arbre eſt plus peſant que le bois du haut de la tige; elles apprennent auſſi que le bois du pied eſt plus fort & moins flexible que celui du ſommet.

IV.

J'ai choiſi dans le même canton où j'avois déjà pris les arbres qui m'ont ſervi aux expériences précédentes,

deux chênes de même eſpèce, de même groſſeur, & à peu-près ſemblables en tout; leur tige avoit 3 pieds de tour, & n'avoit guère que 11 à 12 pieds de hauteur juſqu'aux premières branches; je les fis équarrir & travailler tous deux en même temps, & on tira de chacun une ſolive de 10 pieds de longueur, ſur 4 pouces d'équarriſſage; l'une de ces ſolives peſoit 84 livres, & l'autre 82; la première rompit ſous la charge de 3625 livres, & la ſeconde ſous celle de 3600 livres. Je dois obſerver ici qu'on employa un temps égal à les charger, & qu'elles éclatèrent toutes deux au bout de quinze minutes; la plus légère plia un peu plus que l'autre, c'eſt-à-dire, de 6 pouces $\frac{1}{2}$, & l'autre de 5 pouces 10 lignes.

V.

J'AI fait abattre, dans le même endroit, deux autres chênes de 2 pieds 10 à 11 pouces de groſſeur, & d'environ 15 pieds de tige, j'en ai fait tirer deux ſolives de 12 pieds de longueur & de 4 pouces d'équarriſſage; la première peſoit 100 livres, & la ſeconde 98; la plus peſante a rompu ſous la charge de 3050 livres, & l'autre ſous celle de 2925 livres après avoir plié dans leur milieu, la première juſqu'à 7, & la ſeconde juſqu'à 8 pouces.

Voilà toutes les expériences que j'ai faites ſur des ſolives de 4 pouces d'équarriſſage; je n'ai pas voulu aller au-delà de la longueur de 12 pieds, parce que dans l'uſage ordinaire les Conſtructeurs & les Charpentiers n'emploient que très-rarement des ſolives de 12 pieds, ſur 4 pouces

d'équarrissage, & qu'il n'arrive jamais qu'ils se servent de pièces de 14 ou 15 pieds de longueur & de 4 pouces de grosseur seulement.

En comparant la différente pesanteur des solives employées à faire les expériences ci-dessus, on trouve par la première de ces expériences, que le pied cube de ce bois pesoit 74 livres $\frac{4}{7}$, par la seconde 73 livres $\frac{6}{8}$, par la troisième 74, par la quatrième 74 $\frac{7}{10}$, & par la cinquième 74 $\frac{1}{4}$, ce qui marque que le pied cube de ce bois pesoit en nombres moyens 74 livres $\frac{3}{10}$.

En comparant les différentes charges des pièces avec leur longueur, on trouve que les pièces de 7 pieds de longueur, supportent 5313 livres, celles de 8 pieds 4550, celles de 9 pieds 4025, celles de 10 pieds 3612, & celles de 12 pieds 2987; au lieu que par les règles ordinaires de la mécanique, celles de 7 pieds ayant supporté 5313 livres, celles de 8 pieds auroient dû supporter 4649 livres, celles de 9 pieds 4121, celles de 10 pieds 3719, & celles de 12 pieds 3099 livres; d'où l'on peut déjà soupçonner que la force du bois décroît plus qu'en raison inverse de sa longueur. Comme il me paroissoit important d'acquérir une certitude entière sur ce fait, j'ai entrepris de faire les expériences suivantes sur des solives de 5 pouces d'équarrissage, & de toutes longueurs, depuis 7 pieds jusqu'à 28.

VI.

COMME je m'étois astreint à prendre dans le même terrein tous les arbres que je destinois à mes expériences,

je ſus obligé de me borner à des pièces de 28 pieds de longueur, n'ayant pu trouver dans ce canton des chênes plus élevés, j'en ai choiſi deux dont la tige avoit 28 pieds ſans groſſes branches, & qui en tout avoient plus de 45 à 50 pieds de hauteur; ces chênes avoient à peu-près 5 pieds de tour au pied; je les ai fait abattre le 14 mars 1740, & les ayant fait amener le même jour, je les ai fait équarrir le lendemain; on tira de chaque arbre une ſolive de 28 pieds de longueur, ſur 5 pouces d'équarriſſage; je les examinai avec attention pour reconnoître s'il n'y auroit pas quelques nœuds ou quelque défaut de bois vers le milieu, & je trouvai que ces deux longues pièces étoient fort ſaines: la première peſoit 364 livres, & la ſeconde 360; je fis charger la plus peſante avec un équipage léger, on commença à deux heures cinquante-cinq minutes; à trois heures, c'eſt-à-dire, au bout de cinq minutes elle avoit déjà plié de 3 pouces dans ſon milieu, quoiqu'elle ne fût encore chargée que de 500 livres; à trois heures cinq minutes elle avoit plié de 7 pouces, & elle étoit chargée de 1000 livres; à trois heures dix minutes elle avoit plié de 14 pouces ſous la charge de 1500 livres; enfin à trois heures douze à treize minutes elle avoit plié de 18 pouces & elle étoit chargée de 1800 livres. Dans cet inſtant la pièce éclata violemment, elle continua d'éclater pendant quatorze minutes, & baiſſa de 25 pouces, après quoi elle rompit net au milieu ſous ladite charge de 1800 livres. La ſeconde pièce fut chargée de la même façon, on commença à quatre heures cinq minutes, on

la chargea d'abord de 500 livres, en cinq minutes elle avoit plié de 5 pouces; dans les cinq minutes suivantes on la chargea encore de 500 livres, elle avoit plié de 11 pouces $\frac{1}{2}$; au bout de cinq autres minutes elle avoit plié de 18 pouces $\frac{1}{2}$ sous la charge de 1500 livres, deux minutes après elle éclata sous celle de 1750 livres, & dans ce moment elle avoit plié de 22 pouces; on cessa de la charger, elle continua d'éclater pendant six minutes, & baissa jusqu'à 28 pouces avant que de rompre entièrement sous cette charge de 1750 livres.

VII.

COMME la plus pesante des deux pièces de l'expérience précédente avoit rompu net dans son milieu, & que le bois n'étoit point éclaté ni fendu dans les parties voisines de la rupture, je pensai que les deux morceaux de cette pièce rompue, pourroient me servir pour faire des expériences sur la longueur de 14 pieds; je prévoyois que la partie supérieure de cette pièce peseroit moins & romproit plus aisément que l'autre morceau qui provenoit de la partie inférieure du tronc, mais en même temps je voyois bien qu'en prenant le terme moyen entre les résistances de ces deux solives, j'aurois un résultat qui ne s'éloigneroit pas de la résistance réelle d'une pièce de 14 pieds, prise dans un arbre de cette hauteur ou environ. J'ai donc fait scier le reste des fibres qui unissoient encore les deux parties, celle qui venoit du pied de l'arbre se trouva peser 185 livres, & celle du sommet 178 livres $\frac{1}{2}$; la première

fut chargée d'un millier dans les cinq premières minutes, elle n'avoit pas plié ſenſiblement ſous cette charge; on l'augmenta d'un ſecond millier de livres dans les cinq minutes ſuivantes, ce poids de deux milliers la fit plier d'un pouce dans ſon milieu; un troiſième millier en cinq autres minutes la fit plier en tout de 2 pouces; un quatrième millier la fit plier juſqu'à 3 pouces $\frac{1}{2}$, & un cinquième millier juſqu'à 5 pouces $\frac{1}{2}$; on alloit continuer à la charger, mais après avoir ajouté 250 aux cinq milliers dont elle étoit chargée, il ſe fit un éclat à une des arêtes inférieures, on diſcontinua de charger, les éclats continuèrent & la pièce baiſſa dans le milieu juſqu'à 10 pouces avant que de rompre entièrement ſous cette charge de 5250 livres; elle avoit ſupporté tout ce poids pendant quarante-une minutes.

On chargea la ſeconde pièce comme on avoit chargé la première, c'eſt-à-dire, d'un millier par cinq minutes; le premier millier la fit plier de 3 lignes, le ſecond d'un pouce 4 lignes, le troiſième de 3 pouces, le quatrième de 5 pouces 9 lignes; on chargeoit le cinquième millier lorſque la pièce éclata tout-à-coup ſous la charge de 4650 livres, elle avoit plié de 8 pouces; après ce premier éclat on ceſſa de charger, la pièce continua d'éclater pendant une demi-heure, & elle baiſſa juſqu'à 13 pouces avant que de rompre entièrement ſous cette charge de 4650 livres.

La première pièce qui provenoit du pied de l'arbre, avoit porté 5250 livres, & la ſeconde qui venoit du

ſommet 4650 livres, cette différence me parut trop grande pour ſtatuer ſur cette expérience, c'eſt pourquoi je crus qu'il falloit réitérer, & je me ſervis de la ſeconde pièce de 28 pieds de la ſixième expérience; elle avoit rompu en éclatant à 2 pieds du milieu, du côté de la partie ſupérieure de la tige, mais la partie inférieure ne paroiſſoit pas avoir beaucoup ſouffert de la rupture, elle étoit ſeulement fendue de 4 à 5 pieds de longueur, & la fente qui n'avoit pas un quart de ligne d'ouverture, pénétroit juſqu'à la moitié ou environ de l'épaiſſeur de la pièce; je réſolus, malgré ce petit défaut, de la mettre à l'épreuve, je la peſai & je trouvai qu'elle peſoit 183 livres; je la fis charger comme les précédentes, on commença à midi vingt minutes, le premier millier la fit plier de près d'un pouce, le ſecond de 2 pouces 10 lignes, le troiſième de 5 pouces 3 lignes; & un poids de 150 livres ajouté aux trois milliers la fit éclater avec grande force, l'éclat fut rejoindre la fente occaſionnée par la première rupture, & la pièce baiſſa de 15 pouces avant que de rompre entièrement ſous cette charge de 3150 livres. Cette expérience m'apprit à me défier beaucoup des pièces qui avoient été rompues ou chargées auparavant, car il ſe trouve ici une différence de près de deux milliers ſur cinq dans la charge, & cette différence ne doit être attribuée qu'à la fente de la première rupture qui avoit affoibli la pièce.

Étant donc encore moins ſatisfait, après cette troiſième épreuve, que je ne l'étois après les deux premières, je cherchai

cherchai dans le même terrein deux arbres dont la tige pût me fournir deux ſolives de la même longueur de 14 pieds, ſur 5 pouces d'équarriſſage; & les ayant fait couper le 17 mars, je les fis rompre le 19 du même mois; l'une des pièces peſoit 178 livres & l'autre 176; elles ſe trouvèrent heureuſement fort ſaines & ſans aucun défaut apparent ou caché; la première ne plia point ſous le premier millier, elle plia d'un pouce ſous le ſecond, de 2 pouces $\frac{1}{2}$ ſous le troiſième, de 4 pouces $\frac{1}{2}$ ſous le quatrième, & de 7 pouces $\frac{1}{4}$ ſous le cinquième; on la chargea encore de 400 livres, après quoi elle fit un éclat violent, & continua d'éclater pendant vingt-une minutes; elle baiſſa juſqu'à 13 pouces, & rompit enfin ſous la charge de 5400 livres: la ſeconde plia un peu ſous le premier millier, elle plia d'un pouce 3 lignes ſous le ſecond, de 3 pouces ſous le troiſième, de 5 pouces ſous le quatrième, & de près de 8 pouces ſous le cinquième, 200 livres de plus la firent éclater; elle continua à faire du bruit & à baiſſer pendant dix-huit minutes, & rompit au bout de ce temps ſous la charge de 5200 livres. Ces deux dernières expériences me ſatisfirent pleinement, & je fus alors convaincu que les pièces de 14 pieds de longueur, ſur 5 pouces d'équarriſſage, peuvent porter au moins cinq milliers, tandis que par la loi du levier elles n'auroient dû porter que le double des pièces de 28 pieds, c'eſt-à-dire, 3600 livres ou environ.

VIII.

J'AVOIS fait abattre le même jour deux autres chênes,

dont la tige avoit environ 16 à 17 pieds de hauteur ſans branches, & j'avois fait ſcier ces deux arbres en deux parties égales, cela me donna quatre ſolives de 7 pieds de longueur, ſur 5 pouces d'équarriſſage; de ces quatre ſolives je fus obligé d'en rebuter une qui provenoit de la partie inférieure de l'un de ces arbres à cauſe d'une tare aſſez conſidérable; c'étoit un ancien coup de cognée que cet arbre avoit reçu dans ſa jeuneſſe à 3 pieds $\frac{1}{2}$ au-deſſus de terre; cette bleſſure s'étoit recouverte avec le temps, mais la cicatrice n'étoit pas réunie & ſubſiſtoit en entier, ce qui faiſoit un défaut très-conſidérable; je jugeai donc que cette pièce devoit être rejetée. Les trois autres étoient aſſez ſaines & n'avoient aucun défaut; l'une provenoit du pied, & les deux autres du ſommet des arbres; la différence de leur poids le marquoit aſſez, car celle qui venoit du pied peſoit 94 livres, & des deux autres, l'une peſoit 90 livres & l'autre 88 livres $\frac{1}{2}$. Je les fis rompre toutes trois le même jour 19 mars; on employa près d'une heure pour charger la première; d'abord on la chargeoit de deux milliers par cinq minutes, on ſe ſervit d'un gros équipage qui peſoit ſeul 2500 livres, au bout de quinze minutes elle étoit chargée de ſept milliers, elle n'avoit encore plié que de 5 lignes. Comme la difficulté de charger augmentoit, on ne put dans les cinq minutes ſuivantes la charger que de 1500 livres, elle avoit plié de 9 lignes; mille livres qu'on mit enſuite dans les cinq minutes ſuivantes, la firent plier d'un pouce 3 lignes, autres mille livres en cinq minutes l'amenèrent à 1 pouce

11 lignes, encore mille livres, à 2 pouces 6 lignes; on continuoit de charger, mais la pièce éclata tout-à-coup & très-violemment ſous la charge de 11775 livres, elle continua d'éclater avec grande violence pendant dix minutes, baiſſa juſqu'à 3 pouces 7 lignes, & rompit net au milieu.

La ſeconde pièce qui peſoit 90 livres, fut chargée comme la première, elle plia plus aiſément, & rompit au bout de trente-cinq minutes ſous la charge de 10950 livres, mais il y avoit un petit nœud à la ſurface inférieure qui avoit contribué à la faire rompre.

La troiſième pièce qui ne peſoit que 88 livres $\frac{1}{2}$, ayant été chargée en cinquante-trois minutes, rompit ſous la charge de 11275 livres. J'obſervai qu'elle avoit encore plus plié que les deux autres, mais on manqua de marquer exactement les quantités dont ces deux dernières pièces plièrent à meſure qu'on les chargeoit. Par ces trois épreuves, il eſt aiſé de voir que la force d'une pièce de bois de 7 pieds de longueur, qui ne devroit être que quadruple de la force d'une pièce de bois de 28 pieds, eſt à peu-près ſextuple.

IX.

POUR ſuivre plus loin ces épreuves & m'aſſurer de cette augmentation de force en détail & dans toutes les longueurs des pièces de bois, j'ai fait abattre, toujours dans le même canton, deux chênes fort liſſes, dont la tige portoit plus de 25 pieds ſans aucunes groſſes branches; j'en ai fait tirer deux ſolives de 24 pieds de longueur, ſur

5 pouces d'équarrissage; ces deux pièces étoient fort saines & d'un bois liant qui se travailloit avec facilité. La première pesoit 310 livres, & la seconde n'en pesoit que 307; je les ai fait charger avec un petit équipage de 500 livres par cinq minutes, la première a plié de 2 pouces sous une charge de 500 livres, de 4 pouces $\frac{1}{2}$ sous celle d'un millier, de 7 pouces $\frac{1}{2}$ sous 1500 livres, & de près de 11 pouces sous 2000 livres. La pièce éclata sous 2200, & rompit au bout de cinq minutes, après avoir baissé jusqu'à 15 pouces. La seconde pièce plia de 3 pouces, 6 pouces, 9 pouces $\frac{1}{2}$, 13 pouces sous les charges successives & accumulées de 500, 1000, 1500 & 2000 livres, & rompit sous 2125 livres après avoir baissé jusqu'à 16 pouces.

X.

Il me falloit deux pièces de 12 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage pour comparer leur force avec celle des pièces de 24 pieds de l'expérience précédente; j'ai choisi pour cela deux arbres qui étoient à la vérité un peu trop gros, mais que j'ai été obligé d'employer faute d'autres; je les ai fait abattre le même jour avec huit autres arbres; savoir, deux de 22 pieds, deux de 20, & quatre de 12 à 13 pieds de hauteur; j'ai fait travailler le lendemain ces deux premiers arbres, & en ayant fait tirer deux solives de 12 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, j'ai été un peu surpris de trouver que l'une des solives pesoit 156 livres, & que l'autre ne pesoit que 138 livres. Je n'avois pas encore trouvé d'aussi grandes différences,

même à beaucoup près dans le poids de deux pièces ſemblables, je penſai d'abord malgré l'examen que j'en avois fait, que l'une des pièces étoit trop forte & l'autre trop foible d'équarriſſage, mais les ayant bien meſurées par-tout avec un trouſſequin de menuiſier, & enſuite avec un compas courbe, je reconnus qu'elles étoient parfaitement égales; & comme elles étoient ſaines & ſans aucun défaut, je ne laiſſai pas de les faire rompre toutes deux, pour reconnoître ce que cette différence de poids produiroit. On les chargea toutes deux de la même façon, c'eſt-à-dire, d'un millier en cinq minutes; la plus peſante plia de $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}$, 1 $\frac{1}{2}$, 2 $\frac{3}{4}$, 4, 5 pouces $\frac{1}{2}$ dans les cinq, dix, quinze, vingt, vingt-cinq & trente minutes qu'on employa à la charger, & elle éclata ſous la charge de 6050 livres, après avoir baiſſé juſqu'à 13 pouces avant que de rompre abſolument. La moins peſante des deux pièces plia de $\frac{4}{5}$, 1, 2, 3 $\frac{1}{2}$, 5 $\frac{1}{4}$ dans les cinq, dix, quinze, vingt & vingt-cinq minutes, & elle éclata ſous la charge de 5225 livres, ſous laquelle au bout de 7 à 8 minutes elle rompit entièrement: on voit que la différence eſt ici à peu-près auſſi grande dans les charges que dans les poids, & que la pièce légère étoit très-foible. Pour lever les doutes que j'avois ſur cette expérience, je fis tout de ſuite travailler un autre arbre de 13 pieds de longueur, & j'en fis tirer une ſolive de 12 pieds de longueur, ſur 5 pouces d'équarriſſage; elle ſe trouva peſer 154 livres, & elle éclata après avoir plié de 5 pouces 9 lignes, ſous la charge de 6100 livres. Cela me fit voir que les pièces de 12 pieds, ſur 5 pouces,

peuvent ſupporter environ 6000 livres, tandis que les pièces de 24 pieds ne portent que 2200, ce qui fait un poids beaucoup plus fort que le double de 2200 qu'elles auroient dû porter par la loi du levier. Il me reſtoit pour me ſatisfaire ſur toutes les circonſtances de cette expérience, à trouver pourquoi dans un même terrein il ſe trouve quelquefois des arbres dont le bois eſt ſi différent en peſanteur & en réſiſtance; j'allai, pour le découvrir, viſiter le lieu, & ayant ſondé le terrein auprès du tronc de l'arbre qui avoit fourni la pièce légère, je reconnus qu'il y avoit un peu d'humidité qui ſéjournoit au pied de cet arbre, par la pente naturelle du lieu, & j'attribuai la foibleſſe de ce bois au terrein humide où il étoit crû, car je ne m'aperçus pas que la terre fût d'une qualité différente, & ayant ſondé dans pluſieurs endroits, je trouvai par-tout une terre ſemblable. On verra par l'expérience ſuivante, que les différens terreins produiſent des bois qui ſont quelquefois de peſanteur & de force encore plus inégales.

X I.

J'AI choiſi dans le même terrein où je prenois tous les arbres qui me ſervoient à faire mes expériences, un arbre à peu-près de la même groſſeur que ceux de l'expérience neuvième, & en même temps j'ai cherché un autre arbre à peu-près ſemblable au premier, dans un terrein différent; la terre eſt forte & mêlée de glaiſe dans le premier terrein, & dans le ſecond ce n'eſt qu'un ſable preſque

ſans aucun mélange de terre. J'ai fait tirer de chacun de ces arbres une ſolive de 22 pieds, ſur 5 pouces d'équarriſſage; la première ſolive qui venoit du terrein fort, peſoit 281 livres; l'autre qui venoit du terrein ſablonneux, ne peſoit que 232 livres, ce qui fait une différence de près d'un ſixième dans le poids. Ayant mis à l'épreuve la plus peſante de ces deux pièces, elle plia de 11 pouces 3 lignes avant que d'éclater, & elle baiſſa juſqu'à 19 pouces avant que de rompre abſolument, elle ſupporta pendant 18 minutes une charge de 2975 livres; mais la ſeconde pièce qui venoit du terrein ſablonneux, ne plia que de 5 pouces avant que d'éclater, & ne baiſſa que de 8 pouces $\frac{1}{2}$ dans ſon milieu, & elle rompit au bout de 3 minutes ſous la charge de 2350 livres, ce qui fait une différence de plus d'un cinquième dans la charge. Je rapporterai dans la ſuite quelques autres expériences à ce ſujet; mais revenons à notre échelle des réſiſtances ſuivant les différentes longueurs.

XII.

De deux ſolives de 20 pieds de longueur, ſur 5 pouces d'équarriſſage, priſes dans le même terrein & miſes à l'épreuve le même jour, la première qui peſoit 263 livres, ſupporta pendant dix minutes une charge de 3275 livres, & ne rompit qu'après avoir plié dans ſon milieu de 16 pouces 2 lignes; la ſeconde ſolive qui peſoit 259 livres, ſupporta pendant huit minutes une charge de 3175 livres, & rompit après avoir plié de 20 pouces $\frac{1}{2}$.

XIII.

J'AI ensuite fait faire trois solives de 10 pieds de longueur & du même équarrissage de 5 pouces, la première pesoit 132 livres, & a rompu sous la charge de 7225 livres au bout de vingt minutes, & après avoir baissé de 7 pouces $\frac{1}{2}$; la seconde pesoit 130 livres, elle a rompu après vingt minutes sous la charge de 7050 livres, & elle a baissé de 6 pouces 9 lignes; la troisième pesoit 128 livres $\frac{1}{2}$, elle a rompu sous la charge de 7100 livres après avoir baissé de 8 pouces 7 lignes, & cela au bout de dix-huit minutes.

En comparant cette expérience avec la précédente, on voit que les pièces de 20 pieds, sur 5 pouces d'équarrissage, peuvent porter une charge de 3225 livres, & celles de 10 pieds de longueur & du même équarrissage de 5 pouces, une charge de 7125 livres, au lieu que par les règles de la mécanique elles n'auroient dû porter que 6450 livres.

XIV.

AYANT mis à l'épreuve deux solives de 18 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, j'ai trouvé que la première pesoit 232 livres, & qu'elle a supporté pendant onze minutes une charge de 3750 livres, après avoir baissé de 17 pouces, & que la seconde qui pesoit 231 livres, a supporté une charge de 3650 livres pendant dix minutes, & n'a rompu qu'après avoir baissé de 15 pouces.

XV. AYANT

X V.

AYANT de même mis à l'épreuve trois ſolives de 9 pieds de longueur, ſur 5 pouces d'équarriſſage ; j'ai trouvé que la première qui peſoit 118 livres, a porté pendant cinquante-huit minutes une charge de 8400 livres, après avoir plié dans ſon milieu de 6 pouces ; la ſeconde qui peſoit 116 livres, a ſupporté pendant quarante-ſix minutes une charge de 8325 livres, après avoir plié dans ſon milieu de 5 pouces 4 lignes ; & la troiſième qui peſoit 115 livres, a ſupporté pendant quarante minutes une charge de 8200 livres, & elle a plié de 5 pouces dans ſon milieu.

Comparant cette expérience avec la précédente, on voit que les pièces de 18 pieds de longueur, ſur 5 pouces d'équarriſſage, portent 3700 livres, & que celles de 9 pieds portent 8308 livres $\frac{1}{3}$, au lieu qu'elles n'auroient dû porter ſelon les règles du levier que 7400 livres.

X V I.

ENFIN ayant mis à l'épreuve deux ſolives de 16 pieds de longueur, ſur 5 pouces d'équarriſſage ; la première qui peſoit 209 livres, a porté pendant dix-ſept minutes une charge de 4425 livres, & elle a rompu après avoir baiſſé de 16 pouces ; la ſeconde qui peſoit 205 livres, a porté pendant 15 minutes une charge de 4275 livres, & elle a rompu après avoir baiſſé de 12 pouces $\frac{1}{2}$.

X V I I.

ET ayant mis à l'épreuve deux ſolives de 8 pieds de longueur, ſur 5 pouces d'équarriſſage ; la première qui peſoit 104 livres, porta pendant quarante minutes une

charge de 9900 livres, & rompit après avoir baissé de 5 pouces; la seconde qui pesoit 102 livres, porta pendant trente-neuf minutes une charge de 9675 livres, & rompit après avoir plié de 4 pouces 7 lignes.

Comparant cette expérience avec la précédente, on voit que la charge moyenne des pièces de 16 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, est 4350 livres, & que celle des pièces de 8 pieds & du même équarrissage, est 9787 $\frac{1}{4}$, au lieu que par la règle du levier, elle devroit être de 8700 livres.

Il résulte de toutes ces expériences, que la résistance du bois n'est point en raison inverse de sa longueur, comme on l'a cru jusqu'ici, mais que cette résistance décroît très-considérablement à mesure que la longueur des pièces augmente, ou si l'on veut qu'elle augmente beaucoup à mesure que cette longueur diminue; il n'y a qu'à jeter les yeux sur la Table ci-après pour s'en convaincre, on voit que la charge d'une pièce de 10 pieds, est le double & un neuvième de celle d'une pièce de 20 pieds; que la charge d'une pièce de 9 pieds, est le double & environ le huitième de celle d'une pièce de 18 pieds; que la charge d'une pièce de 8 pieds, est le double & un huitieme presque juste de celle d'une pièce de 16 pieds; que la charge d'une pièce de 7 pieds, est le double & beaucoup plus d'un huitième de celle de 14 pieds; de sorte qu'à mesure que la longueur des pièces diminue la résistance augmente, & cette augmentation de résistance croît de plus en plus.

On peut objecter ici que cette règle de l'augmentation de la résistance qui croît de plus en plus, à mesure que les pièces sont moins longues, ne s'observe pas au-delà de la longueur de 20 pieds, & que les expériences rapportées ci-dessus sur des pièces de 24 & de 28 pieds, prouvent que la résistance du bois augmente plus dans une pièce de 14 pieds, comparée à une pièce de 28, que dans une pièce de 7 pieds, comparée à une pièce de 14; & que de même cette résistance augmente plus que la règle ne le demande, dans une pièce de 12 pieds, comparée à une pièce de 24 pieds; mais il n'y a rien là qui se contrarie, & cela n'arrive ainsi que par un effet bien naturel, c'est que la pièce de 28 pieds & celle de 24 pieds qui n'ont que 5 pouces d'équarrissage, sont trop disproportionnées dans leurs dimensions, & que le poids de la piece même est une partie considérable du poids total qu'il faut pour la rompre, car il ne faut que 1775 livres pour rompre une pièce de 28 pieds, & cette pièce pèse 362 livres. On voit bien que le poids de la pièce devient dans ce cas une partie considérable de la charge qui la fait rompre; & d'ailleurs ces longues pièces minces pliant beaucoup avant de rompre; les plus petits défauts du bois, & sur-tout le fil tranché contribuent beaucoup plus à la rupture.

Il seroit aisé de faire voir qu'une pièce pourroit rompre par son propre poids, & que la longueur qu'il faudroit supposer à cette pièce proportionnellement à sa grosseur, n'est pas à beaucoup près aussi grande qu'on pourroit l'imaginer; par exemple, en partant du fait acquis par

les expériences ci-dessus, que la charge d'une pièce de 7 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, est de 11525, on concluroit tout de suite que la charge d'une pièce de 14 pieds est de 5762 livres; que celle d'une pièce de 28 pieds est de 2881; que celle d'une pièce de 56 pieds est de 1440 livres, c'est-à-dire, la huitième partie de la charge de 7 pieds, parce que la pièce de 56 pieds est huit fois plus longue; cependant bien loin qu'il fût besoin d'une charge de 1440 livres pour rompre une pièce de 56 pieds, sur 5 pouces seulement d'équarrissage, j'ai de bonnes raisons pour croire qu'elle pourroit rompre par son propre poids. Mais ce n'est pas ici le lieu de rapporter les recherches que j'ai faites à ce sujet, & je passe à une autre suite d'expériences sur des pièces de 6 pouces d'équarrissage, depuis 8 pieds jusqu'à 20 pieds de longueur.

XVIII.

J'AI fait rompre deux solives de 20 pieds de longueur, sur 6 pouces d'équarrissage, l'une de ces solives pesoit 377 livres & l'autre 375; la plus pesante a rompu au bout de douze minutes sous la charge de 5025 livres, après avoir plié de 17 pouces; la seconde qui étoit la moins pesante, a rompu en onze minutes sous la charge de 4875 livres, après avoir plié de 14 pouces.

J'ai ensuite mis à l'épreuve deux pièces de 10 pieds de longueur sur le même équarrissage de 6 pouces, la première qui pesoit 188 livres, a supporté pendant quarante-six minutes une charge de 11475 livres, & n'a

rompu qu'en se fendant jusqu'à l'une de ses extrémités, elle a plié de 8 pouces; la seconde qui pesoit 186 livres, a supporté pendant quarante-quatre minutes une charge de 11025 livres, elle a plié de 6 pouces avant que de rompre.

X I X.

AYANT mis à l'épreuve deux solives de 18 pieds de longueur, sur 6 pouces d'équarrissage, la première qui pesoit 334 livres, a porté pendant seize minutes une charge de 5625 livres, elle avoit éclaté avant ce temps, mais je ne pus apercevoir de rupture dans les fibres, de sorte qu'au bout de deux heures & demie, voyant qu'elle étoit toujours au même point, & qu'elle ne baissoit plus dans son milieu où elle avoit plié de 12 pouces 3 lignes, je voulus voir si elle pourroit se redresser, & je fis ôter peu à peu tous les poids dont elle étoit chargée; quand tous les poids furent enlevés elle ne demeura courbe que de 2 pouces, & le lendemain elle s'étoit redressée au point qu'il n'y avoit que 5 lignes de courbure dans son milieu. Je la fis recharger tout de suite, & elle rompit au bout de quinze minutes sous une charge de 5475 livres, tandis qu'elle avoit supporté le jour précédent une charge plus forte de 250 livres pendant deux heures & demie. Cette expérience s'accorde avec les précédentes, où l'on a vu qu'une pièce qui a supporté un grand fardeau pendant quelque temps, perd de sa force même sans avertir & sans éclater. Elle prouve aussi que le bois a un ressort qui se rétablit jusqu'à un certain point, mais que ce ressort étant

bandé autant qu'il peut l'être ſans rompre, il ne peut pas ſe rétablir parfaitement. La ſeconde ſolive qui peſoit 331 livres, ſupporta pendant quatorze minutes la charge de 5500 livres, & rompit après avoir plié de 10 pouces.

Enſuite ayant éprouvé deux ſolives de 9 pieds de longueur, ſur 6 pouces d'équarriſſage; la première qui peſoit 166 livres, ſupporta pendant cinquante-ſix minutes la charge de 13450 livres, & rompit après avoir plié de 5 pouces 2 lignes; la ſeconde qui peſoit 164 livres $\frac{1}{2}$, ſupporta pendant cinquante-une minutes une charge de 12850 livres, & rompit après avoir plié de 5 pouces.

X X.

J'AI fait rompre deux ſolives de 16 pieds de longueur, ſur 6 pouces d'équarriſſage; la première qui peſoit 294 livres, a ſupporté pendant vingt-ſix minutes une charge de 6250 livres, & elle a rompu après avoir plié de 8 pouces; la ſeconde qui peſoit 293 livres, a ſupporté pendant vingt-deux minutes une charge de 6475 livres, & elle a rompu après avoir plié de 10 pouces.

Enſuite ayant mis à l'épreuve deux ſolives de 8 pieds de longueur, ſur le même équarriſſage de 6 pouces; la première ſolive qui peſoit 149 livres, ſupporta pendant une heure vingt minutes une charge de 15700 livres, & rompit après avoir baiſſé de 3 pouces 7 lignes; la ſeconde ſolive qui peſoit 146 livres, porta pendant deux heures cinq minutes une charge de 15350 livres, & rompit après avoir plié dans le milieu de 4 pouces 2 lignes.

X X I.

AYANT pris deux ſolives de 14 pieds de longueur, ſur 6 pouces d'équarriſſage; la première qui peſoit 255 livres, a ſupporté pendant quarante-ſix minutes la charge de 7450 livres, & elle a rompu après avoir plié dans le milieu de 10 pouces; la ſeconde qui ne peſoit que 254 livres, a ſupporté pendant une heure quatorze minutes la charge de 7500 livres, & n'a rompu qu'après avoir plié de 11 pouces 4 lignes.

Enſuite ayant mis à l'épreuve deux ſolives de 7 pieds de longueur, ſur 6 pouces d'équarriſſage; la première qui peſoit 128 livres, a ſupporté pendant deux heures dix minutes une charge de 19250 livres, & a rompu après avoir plié dans le milieu de 2 pouces 8 lignes; la ſeconde qui peſoit 126 livres $\frac{1}{2}$, a ſupporté pendant une heure quarante-huit minutes une charge de 18650 livres, elle a rompu après avoir plié de 2 pouces.

X X I I.

ENFIN ayant mis à l'épreuve deux ſolives de 12 pieds de longueur, ſur 6 pouces d'équarriſſage; la première qui peſoit 224 livres, a ſupporté pendant quarante-ſix minutes la charge de 9200 livres, & a rompu après avoir plié de 7 pouces; la ſeconde qui peſoit 221 livres, a ſupporté pendant cinquante-trois minutes la charge de 9000 livres, & a rompu apres avoir plié de 5 pouces 10 lignes.

J'aurois bien voulu faire rompre des ſolives de 6 pieds de longueur, pour les comparer avec celles de 12 pieds, mais il auroit fallu un nouvel équipage, parce que celui

dont je me fervois étoit trop large, & ne pouvoit paffer entre les deux treteaux fur lefquels portoient les deux extrémités de la pièce.

En comparant les réfultats de toutes ces expériences, on voit que la charge d'une pièce de 10 pieds de longueur, fur 6 pouces d'équarriffage, eft le double & beaucoup plus d'un feptième de celle d'une pièce de 20 pieds; que la charge d'une pièce de 9 pieds, eft le double & beaucoup plus d'un fixième de celle d'une pièce de 18 pieds; que la charge d'une pièce de 8 pieds, eft le double & beaucoup plus d'un cinquième de celle d'une pièce de 16 pieds; & enfin que la charge d'une pièce de 7 pieds, eft le double & beaucoup plus d'un quart de celle d'une pièce de 14 pieds, fur 6 pouces d'équarriffage; ainfi l'augmentation de la réfiftance eft encore beaucoup plus grande à proportion que dans les pièces de 5 pouces d'équarriffage. Voyons maintenant les expériences que j'ai faites fur des pièces de 7 pouces d'équarriffage.

XXIII.

J'AI fait rompre deux folives de 20 pieds de longueur, fur 7 pouces d'équarriffage; la première de ces deux folives qui pefoit 505 livres, a fupporté pendant trente-fept minutes une charge de 8550 livres, & a rompu après avoir plié de 12 pouces 7 lignes; la feconde folive qui pefoit 500 livres, a fupporté pendant vingt minutes une charge de 8000 livres, & a rompu après avoir plié de 12 pouces.

Enfuite

Enſuite ayant mis à l'épreuve deux ſolives de 10 pieds de longueur, ſur 7 pouces d'équarriſſage; la première qui peſoit 254 livres, a ſupporté pendant deux heures ſix minutes une charge de 19650 livres, & elle a rompu après avoir plié de 2 pouces 7 lignes avant que d'éclater, & baiſſé de 13 pouces avant que de rompre abſolument; la ſeconde ſolive qui peſoit 252 livres, a ſupporté pendant une heure quarante-neuf minutes une charge de 19300 livres, & elle a rompu après avoir plié de 3 pouces avant que d'éclater, & de 9 pouces avant que de rompre entièrement.

XXIV.

J'AI fait rompre deux ſolives de 18 pieds de longueur, ſur 7 pouces d'équarriſſage; la première qui peſoit 454 livres, a ſupporté pendant une heure huit minutes une charge de 9450 livres, & elle a rompu après avoir plié de 5 pouces 6 lignes avant que d'éclater, & de 12 pouces avant que de rompre; la ſeconde qui peſoit 450 livres, a ſupporté pendant cinquante-quatre minutes une charge de 9400 livres, & elle a rompu après avoir plié de 5 pouces 10 lignes avant que d'éclater, & enſuite de 9 pouces 6 lignes avant que de rompre abſolument.

Enſuite ayant mis à l'épreuve deux ſolives de 9 pieds de longueur, ſur le même équarriſſage de 7 pouces; la première ſolive qui peſoit 227 livres, a ſupporté pendant deux heures une charge de 22800 livres, & elle a rompu après avoir plié de 3 pouces une ligne avant que d'éclater, & de 5 pouces 6 lignes avant que de rompre abſolument;

la ſeconde ſolive qui peſoit 225 livres, a ſupporté pendant deux heures dix-huit minutes une charge de 21900 livres, & elle a rompu après avoir plié de 2 pouces 11 lignes avant que d'éclater, & de 5 pouces 2 lignes avant que de rompre entièrement.

X X V.

J'AI fait rompre deux ſolives de 16 pieds de longueur, ſur 7 pouces d'équarriſſage, la première qui peſoit 406 livres, a ſupporté pendant quarante-ſept minutes une charge de 11100 livres, & elle a rompu après avoir plié de 4 pouces 10 lignes avant que d'éclater, & de 10 pouces avant que de rompre abſolument; la ſeconde qui peſoit 403 livres, a ſupporté pendant cinquante-cinq minutes une charge de 10900 livres, & elle a rompu après avoir plié de 5 pouces 3 lignes avant que d'éclater, & de 11 pouces 5 lignes avant que de rompre entièrement.

Enſuite ayant mis à l'épreuve deux ſolives de 8 pieds de longueur, ſur le même équarriſſage de 7 pouces, la première qui peſoit 204 livres, a ſupporté pendant trois heures dix minutes une charge de 26150 livres, & elle a rompu après avoir plié de 2 pouces 9 lignes avant que d'éclater, & de 4 pouces avant que de rompre entièrement; la ſeconde ſolive qui peſoit 201 livres $\frac{1}{2}$, a ſupporté pendant trois heures quatre minutes une charge de 25950 livres, & elle a rompu après avoir plié de 2 pouces 6 lignes avant que d'éclater, & de 3 pouces 9 lignes avant que de rompre entièrement.

X X V I.

J'AI fait rompre deux ſolives de 14 pieds de longueur, ſur 7 pouces d'équarriſſage ; la première qui peſoit 351 livres, a ſupporté pendant quarante-une minutes une charge de 13600 livres, & elle a rompu après avoir plié de 4 pouces 2 lignes avant que d'éclater, & de 7 pouces 3 lignes avant que de rompre ; la ſeconde ſolive qui peſoit auſſi 351 livres, a ſupporté pendant cinquante-huit minutes une charge de 12850 livres, & elle a rompu après avoir plié de 3 pouces 9 lignes avant que d'éclater, & de 8 pouces une ligne avant que de rompre abſolument.

Enſuite ayant fait faire deux ſolives de 7 pieds de longueur, ſur 7 pouces d'équarriſſage, & ayant mis la première à l'épreuve, elle étoit chargée de 28 milliers lorſque tout-à-coup la machine écroula, c'étoit la boucle de fer qui avoit caſſé net dans ſes deux branches, quoiqu'elle fût d'un bon fer quarré, de 18 lignes $\frac{2}{3}$ de groſſeur, ce qui fait 348 lignes quarrées pour chacune des branches, en tout 696 lignes de fer qui ont caſſé ſous ce poids de 28 milliers qui tiroit perpendiculairement ; cette boucle avoit environ 10 pouces de largeur, ſur 13 pouces de hauteur, & elle étoit à très-peu près de la même groſſeur par-tout. Je remarquai qu'elle avoit caſſé preſque au milieu des branches perpendiculaires, & non pas dans les angles où naturellement j'aurois penſé qu'elle auroit dû rompre ; je remarquai auſſi, avec quelque ſurpriſe, qu'on pouvoit conclure de cette expérience, qu'une ligne quarrée de

ſer ne devoit porter que 40 livres ; ce qui me parut ſi contraire à la vérité, que je me déterminai à faire quelques expériences ſur la force du fer, que je rapporterai dans la ſuite.

Je n'ai pu venir à bout de faire rompre mes ſolives de 7 pieds de longueur, ſur 7 pouces d'équarriſſage. Ces expériences ont été faites à ma campagne, où il me fut impoſſible de trouver du fer plus gros que celui que j'avois employé, & je fus obligé de me contenter de faire faire une autre boucle pareille à la précédente, avec laquelle j'ai fait le reſte de mes expériences ſur la force du bois.

X X V I I.

AYANT mis à l'épreuve deux ſolives de 12 pieds de longueur, ſur 7 pouces d'équarriſſage; la première qui peſoit 302 livres, a ſupporté pendant une heure deux minutes la charge de 16800 livres, & elle a rompu après avoir plié de 2 pouces 11 lignes avant que d'éclater, & de 7 pouces 6 lignes avant que de rompre totalement; la ſeconde ſolive qui peſoit 301 livres, a ſupporté pendant cinquante-cinq minutes une charge de 15550 livres, & elle a rompu après avoir plié de 3 pouces 4 lignes avant que d'éclater, & de 7 pouces avant que de rompre entièrement.

En comparant toutes ces expériences ſur des pièces de 7 pouces d'équarriſſage, je trouve que la charge d'une pièce de 10 pieds de longueur, eſt le double & plus d'un ſixième de celle d'une pièce de 20 pieds; que la charge d'une pièce de 9 pieds, eſt le double & près d'un

cinquième de celle d'une pièce de 18 pieds ; que la charge d'une pièce de 8 pieds, eſt le double & beaucoup plus d'un cinquième de celle d'une pièce de 16 pieds ; d'où l'on voit que non-ſeulement l'unité qui ſert de meſure à l'augmentation de la réſiſtance, & qui eſt ici le rapport entre la réſiſtance d'une pièce de 10 pieds & le double de la réſiſtance d'une pièce de 20 pieds ; que non-ſeulement, dis-je, cette unité augmente, mais même que l'augmentation de la réſiſtance accroît toujours à meſure que les pièces deviennent plus groſſes. On doit obſerver ici que les différences proportionnelles des augmentations de la réſiſtance des pièces de 7 pouces, ſont moindres en comparaiſon des augmentations de la réſiſtance des pièces de 6 pouces, que celles-ci ne le ſont en comparaiſon de celles de 5 pouces ; mais cela doit être, comme on le verra par la comparaiſon que nous ferons des réſiſtances avec les épaiſſeurs des pièces.

Venons enfin à la dernière ſuite de mes expériences ſur des pièces de 8 pouces d'équarriſſage.

XXVIII.

J'AI fait rompre deux ſolives de 20 pieds de longueur, ſur 8 pouces d'équarriſſage, la première qui peſoit 664 livres, a ſupporté pendant quarante-ſept minutes une charge de 11775 livres, & elle a rompu après avoir d'abord plié de 6 pouces $\frac{1}{2}$ avant que d'éclater, & de 11 pouces avant que de rompre abſolument ; la ſeconde ſolive qui peſoit 660 livres $\frac{1}{2}$, a ſupporté pendant quarante-quatre minutes une charge de 11200 livres, & elle a rompu

après avoir plié de 6 pouces juste avant que d'éclater, & de 9 pouces 3 lignes avant que de rompre entièrement.

Ensuite ayant mis à l'épreuve deux pièces de 10 pieds de longueur, sur 8 pouces d'équarrissage, la première qui pesoit 331 livres, a supporté pendant trois heures vingt minutes la charge énorme de 27800 livres, après avoir plié de 3 pouces avant que d'éclater, & de 5 pouces 9 lignes avant que de rompre absolument; la seconde pièce qui pesoit 330 livres, a supporté pendant quatre heures cinq ou six minutes la charge de 27700 livres, & elle a rompu après avoir d'abord plié de 2 pouces 3 lignes avant que d'éclater, & de 4 pouces 5 lignes avant que de rompre. Ces deux pièces ont fait un bruit terrible en rompant, c'étoit comme autant de coups de pistolet à chaque éclat qu'elles faisoient, & ces expériences ont été les plus pénibles & les plus fortes que j'aie faites; il fallut user de mille précautions pour mettre les derniers poids, parce que je craignois que la boucle de fer ne cassa sous cette charge de 27 milliers, puisqu'il n'avoit fallu que 28 milliers pour rompre une semblable boucle. J'avois mesuré la hauteur de cette boucle avant que de faire ces deux expériences, afin de voir si le fer s'alongeroit par le poids d'une charge si considérable & si approchante de celle qu'il falloit pour la faire rompre; mais ayant mesuré une seconde fois la boucle, & cela après les expériences faites, je n'ai pas trouvé la moindre différence, la boucle avoit comme auparavant 12 pouces $\frac{1}{2}$ de longueur, & les angles étoient aussi droits qu'ils l'étoient avant l'épreuve.

Ayant mis à l'épreuve deux ſolives de 18 pieds de longueur, ſur 8 pouces d'équarriſſage; la première qui peſoit 594 livres, a ſupporté pendant cinquante-quatre minutes la charge de 13500 livres, & elle a rompu après avoir plié de 4 pouces ½ avant que d'éclater, & de 10 pouces 2 lignes avant que de rompre; la ſeconde ſolive qui peſoit 593 livres, a ſupporté pendant quarante-huit minutes la charge de 12900 livres, & elle a rompu après avoir plié de 4 pouces une ligne avant que d'éclater, & de 7 pouces 9 lignes avant que de rompre abſolument.

X X I X.

J'AI fait rompre deux ſolives de 16 pieds de longueur, ſur 8 pouces d'équarriſſage; la première de ces ſolives qui peſoit 528 livres, a ſupporté pendant une heure huit minutes la charge de 16800 livres, & elle a plié de 5 pouces 2 lignes avant que d'éclater, & de 10 pouces environ avant que de rompre; la ſeconde pièce qui ne peſoit que 524 livres, a ſupporté pendant cinquante-huit minutes une charge de 15950 livres, & elle a rompu après avoir plié de 3 pouces 9 lignes avant que d'éclater, & de 7 pouces 5 lignes avant que de rompre totalement.

Enſuite j'ai fait rompre deux ſolives de 14 pieds de longueur, ſur 8 pouces d'équarriſſage; la première qui peſoit 461 livres, a ſupporté pendant une heure vingt-ſix minutes une charge de 20050 livres, & elle a rompu après avoir plié de 3 pouces 10 lignes avant que d'éclater, & de 8 pouces ½ avant que de rompre abſolument; la ſeconde ſolive qui peſoit 459 livres, a ſupporté pendant

une heure & demie la charge de 19500 livres, & elle a rompu après avoir plié de 3 pouces 2 lignes avant que d'éclater, & de 8 pouces avant que de rompre entièrement.

Enfin ayant mis à l'épreuve deux ſolives de 12 pieds de longueur, ſur 8 pouces d'équarriſſage; la première qui peſoit 397 livres, a ſupporté pendant deux heures cinq minutes la charge de 23900 livres, & elle a rompu après avoir plié de 3 pouces juſte avant que de rompre; la ſeconde qui peſoit 395 livres $\frac{1}{2}$, a ſupporté pendant deux heures quarante-neuf minutes la charge de 23000 livres, & elle a rompu après avoir plié de 2 pouces 11 lignes avant que d'éclater, & 6 pouces 8 lignes avant que de rompre entièrement.

Voilà toutes les expériences que j'ai faites ſur des pièces de 8 pouces d'équarriſſage. J'aurois deſiré pouvoir faire rompre des pièces de 9, de 8 & de 7 pieds de longueur & de cette même groſſeur de 8 pouces, mais cela me fut impoſſible, parce que je manquois des commodités néceſſaires, & qu'il m'auroit fallu des équipages bien plus forts que ceux dont je me ſuis ſervi, & ſur leſquels, comme on vient de le voir, on mettoit près de 28 milliers en équilibre; car je préſume qu'une pièce de 7 pieds de longueur, ſur 8 pouces d'équarriſſage auroit porté plus de 45 milliers. On verra dans la ſuite ſi les conjectures que j'ai faites ſur la réſiſtance du bois, pour des dimenſions que je n'ai pas éprouvées, ſont juſtes ou non.

Tous les Auteurs qui ont écrit ſur la réſiſtance des ſolides

ſolides en général, & du bois en particulier, ont donné, comme fondamentale, la règle ſuivante: *la réſiſtance eſt en raiſon inverſe de la longueur, en raiſon directe de la largeur, & en raiſon doublée de la hauteur.* Cette règle eſt celle de Galilée, adoptée par tous les Mathématiciens, & elle ſeroit vraie pour des ſolides qui ſeroient abſolument inflexibles, & qui romproient tout-à-coup, mais dans les ſolides élaſtiques, tels que le bois, il eſt aiſé d'apercevoir que cette règle doit être modifiée à pluſieurs égards. M. Bernoulli a fort bien obſervé que dans la rupture des corps élaſtiques, une partie des fibres s'alonge, tandis que l'autre partie ſe raccourcit, pour ainſi dire, en refoulant ſur elle-même. Voyez ſon Mémoire, dans ceux de l'Académie, *année 1705.* On voit par les expériences précédentes, que dans les pièces de même groſſeur, la règle de la réſiſtance de la raiſon inverſe de la longueur, s'obſerve d'autant moins que les pièces ſont plus courtes. Il en eſt tout autrement de la règle de la réſiſtance en raiſon directe de la largeur & du quarré de la hauteur, j'ai calculé la Table ſeptième à deſſein de m'aſſurer de la variation de cette règle; on voit dans cette Table les réſultats des expériences, & au-deſſous les produits que donne cette règle; j'ai pris pour unités les expériences faites ſur les pièces de 5 pouces d'équarriſſage, parce que j'en ai fait un plus grand nombre ſur cette dimenſion que ſur les autres. On peut obſerver dans cette Table, que plus les pièces ſont courtes & plus la règle approche de la vérité, & que dans les plus longues pièces, comme celles de 18 à 20 pieds, elle s'en

éloigne ; cependant à tout prendre, on peut ſe ſervir de la regle générale avec les modifications néceſſaires pour calculer la réſiſtance des pièces de bois plus groſſes & plus longues que celles dont j'ai éprouvé la réſiſtance ; car en jetant les yeux ſur cette même Table, on voit un grand accord entre la règle & les expériences pour les différentes groſſeurs, & il règne un ordre aſſez conſtant dans les différences, par rapport aux longueurs & aux groſſeurs, pour juger de la modification qu'on doit faire à cette règle.

TABLE DES EXPÉRIENCES
Sur la force du bois.

PREMIÈRE TABLE.

Pour les pièces de Quatre pouces d'équarriſſage.

Longueur des Pièces.	Poids des Pièces.	Charges.	Temps employé à charger les pièces.		Flèches de la courbure des pièces dans l'inſtant où elles commencent à rompre.	
Pieds.	*Livres.*	*Livres.*	*Heures.*	*Minutes.*	*Pouces.*	*Lignes.*
7	60	5350	0	29	3	6
	56	5275	0	22	4	6
8	68	4600	0	15	3	9
	63	4500	0	13	4	8
9	77	4100	0	14	4	10
	71	3950	0	12	5	6
10	84	3625	0	15	5	10
	82	3600	0	15	6	6
12	100	3050	0	0	7	0
	98	2925	0	0	7	0

SECONDE TABLE.

Pour les pièces de Quatre pouces d'équarrissage.

Longueur des PIÈCES.	Poids des PIÈCES.	CHARGES.	TEMPS depuis le premier ÉCLAT jusqu'à l'instant de la RUPTURE.		FLÈCHES de la courbure avant que d'éclater.	
Pieds.	*Livres.*	*Livres.*	*Heures.*	*Min.*	*Pouces.*	*Lignes.*
7	94	11775	0.	58	2.	6.
	88 ½	11275	0.	53	2.	6.
8	104	9900	0.	40	2.	8.
	102	9675	0.	39	2.	11.
9	118	8400	0.	28	3.	0.
	116	8325	0.	28	3.	3.
	115	8200	0.	26	3.	6.
10	132	7225	0.	21	3.	2.
	130	7050	0	20	3.	6.
	128 ½	7100	0.	18	4.	0.
12	156	6050	0.	30	5.	6.
	154	6100	0.	0	5.	9.
14	178	5400	0.	21	8.	0.
	176	5200	0.	18	8.	3.
16	209	4425	0.	17	8.	1.
	205	4275	0.	15	8.	2.
18	232	3750	0.	11	8.	0.
	231	3650	0.	10	8.	2,
20	263	3275	0.	10	8.	10.
	259	3175	0.	8	10.	0.
22	281	2975	0.	18	11.	3.
24	310	2200	0.	16	11.	0.
	307	2125	0.	15	13.	6.
26	....	....	....		....	
28	364	1800	0.	17	18	
	360	1750	0.	17	22	

TROISIÈME TABLE.

Pour les pièces de Six pouces d'équarrissage.

Longueur des PIÈCES.	Poids des PIÈCES.	CHARGES.	TEMPS depuis le premier ÉCLAT jusqu'à l'instant de la RUPTURE.		FLÈCHES de la courbure avant que d'éclater.	
Pieds.	*Livres.*	*Livres.*	*Heures.*	*Min.*	*Pouces.*	*Lignes.*
7…	128…	..19250…	….1.	49…	On n'a pas pu observer la quantité dont les pièces de sept pieds ont plié dans leur milieu, à cause de l'épaisseur de la boucle.	
	126½…	..18650…	….1.	38…		
8…	149…	..15700…	….1.	12…	…..2.	4.
	146…	..15350…	….1.	10…	…..2.	5.
9…	166…	..13450…	….0.	56…	…..2.	6.
	164½…	..12850…	….0.	51…	…..2.	10.
10…	188…	..11475…	….0.	46…	…..3.	0.
	186…	..11025…	….0.	44…	…..3.	6.
12…	224…	.. 9200…	….0.	31…	…..4.	0.
	221…	.. 9000…	….0.	32…	…..4.	1.
14…	255…	.. 7450…	….0.	25…	…..4.	6.
	254…	.. 7500…	….0.	22…	…..4.	2.
16…	294…	.. 6250…	….0.	20…	…..5.	6.
	293…	.. 6475…	….0.	19…	…..5.	10.
18…	334…	.. 5625…	….0.	16…	…..7.	5.
	331…	.. 5500…	….0.	14…	…..8.	6.
20…	377…	.. 5025…	….0.	12…	…..9.	6.
	375…	.. 4875…	….0.	11…	…..8.	10.

QUATRIÈME TABLE.

Pour les pièces de Sept pouces d'équarrissage.

Longueur des PIÈCES.	Poids des PIÈCES.	CHARGES.	TEMPS depuis le premier ÉCLAT jusqu'à l'instant de la RUPTURE.		FLÈCHES de la courbure avant que d'éclater.	
Pieds.	Livres.	Livres.	Heures.	Min.	Pouces.	Lignes.
7...	.. 0...	......0....	... 0.	0...	.... 0.	0.
8...	204...	26150....	... 2.	6...	.... 2.	9.
	201 ½..	25950....	... 2.	13...	.... 2.	6.
9...	227...	22800....	... 1.	40...	.... 3.	1.
	225...	21900....	... 1.	37...	.... 2.	11.
10...	254...	19650....	... 1.	13...	.... 2.	7.
	252...	19300....	... 1.	16...	.... 3.	0.
12...	302...	16800....	... 1.	3...	.... 2.	11.
	301...	15550....	... 1.	0...	.... 3.	4.
14...	351...	13600....	... 0.	55...	.... 4.	2.
	351...	12850....	... 0.	48...	.... 3.	9.
16...	406...	11100....	... 0.	41...	.... 4.	10.
	403...	10900....	... 0.	36...	.... 5.	3.
18...	454...	9450....	... 0.	27...	.... 5.	6.
	450...	9400....	... 0.	22...	.... 5.	10.
20...	505...	8550....	... 0.	15...	.... 7.	10.
	500...	8000.. .	... 0.	13...	.... 8.	6.

CINQUIÈME TABLE.

Pour les pièces de Huit pouces d'équarrissage.

Longueur des PIÈCES.	Poids des PIÈCES.	CHARGES.	TEMPS depuis le premier ÉCLAT jusqu'à l'instant de la RUPTURE.	FLÈCHES de la courbure avant que d'éclater.
Pieds.	*Livres.*	*Livres.*	*Heures. Min.*	*Pouces. Lignes.*
10...	331...	27800....	... 2. 50...	.... 3. 0.
	331...	27700....	... 2. 58...	.... 2. 3.
12...	397...	23900....	... 1. 30...	.... 3. 0.
	395 ½..	23000....	... 1. 23...	.... 2. 11.
14...	461...	20050....	... 1. 6...	.... 3. 10.
	459...	19500....	... 1. 2...	.... 3. 2.
16...	528...	16800....	... 0. 47...	.... 5. 2.
	524...	15950....	... 0. 50...	.... 3. 9.
18...	594...	13500....	... 0. 32...	.... 4. 6.
	593...	12900....	... 0. 30...	.... 4. 1.
20...	664...	11775....	... 0. 24...	.... 6. 6.
	660 ½..	12200....	... 0. 28...	.... 6. 0.

SIXIÈME TABLE.

Pour les charges moyennes de toutes les expériences précédentes.

Long.r des Pièces.	GROSSEURS.				
	4 pouces.	5 pouces.	6 pouces.	7 pouces.	8 pouces.
Pieds.	*Livres.*	*Livres.*	*Livres.*	*Livres.*	*Livres.*
7.	5312.	11525.	18950.		
8.	4550.	9787 $\frac{1}{2}$.	15525.	26050.	
9.	4025.	3308 $\frac{1}{3}$.	13150.	22350.	
10.	3612.	7125.	11250.	19475.	27750.
12.	2987 $\frac{1}{2}$.	6075.	9100.	16175.	23450.
14.	....	5300.	7475.	13225.	19775.
16.	....	4350.	6362 $\frac{1}{2}$.	11000.	16375.
18.	....	3700.	5562 $\frac{1}{2}$.	9245.	13200.
20.	....	3225.	4950.	8375.	11487 $\frac{1}{2}$.
22.	....	2975.			
24.	....	2162 $\frac{1}{2}$.			
28.	....	1775.			

SEPTIÈME TABLE.

COMPARAISON de la résistance du bois, trouvée par les expériences précédentes, & de la résistance du bois suivant la règle que cette résistance est comme la largeur de la pièce, multipliée par le quarré de la hauteur, en supposant la même longueur.

* Les astérisques marquent que les expériences n'ont pas été faites.

Long.r des Pièces.	GROSSEURS.				
	4 pouces.	5 pouces.	6 pouces.	7 pouces.	8 pouces.
Pieds.	*Livres.*	*Livres.*	*Livres.*	*Livres.*	*Livres.*
7.	5312... 5901...	11525..	18950.. 19915 $\frac{2}{5}$..	*32200.. 31624 $\frac{3}{5}$.	48100. 47649 $\frac{1}{5}$. 47198 $\frac{2}{5}$.
8.	4550... 5011 $\frac{1}{5}$..	9787..	15525.. 16912 $\frac{4}{5}$.	26050.. 26856 $\frac{9}{10}$.	*39750. 40089 $\frac{3}{5}$.
9.	4025... 4253 $\frac{13}{15}$.	8308 $\frac{1}{3}$..	13150.. 14356 $\frac{4}{5}$.	22350.. 22798 $\frac{1}{5}$.	*32800. 34031.
10.	3612... 3648...	7125...	11250.. 12312..	19475.. 19551..	27750. 29184.
12.	2987 $\frac{1}{2}$.. 3110 $\frac{2}{5}$..	6075...	9100.. 10497 $\frac{3}{5}$.	16175.. 16669 $\frac{4}{5}$.	23450. 24883 $\frac{1}{5}$.
14.	....	5100...	7475.. 8812 $\frac{4}{5}$.	13225.. 13995 $\frac{1}{5}$.	19775. 20889 $\frac{3}{5}$.
16.	....	4350...	6362 $\frac{1}{4}$. 9516 $\frac{4}{5}$.	11000.. 11936 $\frac{2}{5}$.	16375. 17817 $\frac{3}{5}$.
18.	....	3700...	5562 $\frac{1}{2}$. 6393 $\frac{3}{5}$.	9425.. 10152 $\frac{4}{5}$.	13200. 15155 $\frac{1}{5}$.
20.	....	3225...	4950.. 5572 $\frac{4}{5}$.	8275.. 8849 $\frac{2}{5}$.	11487 $\frac{1}{2}$. 13209 $\frac{3}{5}$.

DOUZIÈME MÉMOIRE.

ARTICLE PREMIER.

MOYEN facile d'augmenter la ſolidité, la force & la durée du bois.

IL ne ſaut pour cela qu'écorcer l'arbre du haut en bas dans le temps de la sève, & le laiſſer ſécher entièrement ſur pied avant que de l'abattre ; cette préparation ne demande qu'une très-petite dépenſe, on va voir les précieux avantages qui en réſultent.

Les choſes auſſi ſimples & auſſi aiſées à trouver que l'eſt celle-ci, n'ont ordinairement aux yeux des Phyſiciens qu'un mérite bien léger, mais leur utilité ſuffit pour les rendre dignes d'être préſentées, & peut-être que l'exactitude & les ſoins que j'ai joints à mes recherches, leur feront trouver grâce devant ceux même qui ont le mauvais goût de n'eſtimer, d'une découverte, que la peine & le temps qu'elle a coûté. J'avoue que je ſuis ſurpris de me trouver le premier à annoncer celle-ci, ſur-tout depuis que j'ai lû ce que Vitruve & Évelin rapportent à cet égard. Le premier nous dit dans ſon architecture, qu'avant d'abattre les arbres, il faut les cerner par le pied juſque dans le cœur du bois, & les laiſſer ainſi ſécher ſur pied, après quoi ils ſont bien meilleurs pour le ſervice, auquel on peut même les employer tout de ſuite. Le ſecond

rapporte dans son Traité des forêts, que le Docteur Plot, assure dans son Histoire Naturelle, qu'autour de Hasson en Angleterre, on écorce les gros arbres sur pied dans le temps de la sève, qu'on les laisse sécher jusqu'à l'hiver suivant, qu'on les coupe alors; qu'ils ne laissent pas que de vivre sans écorce, que le bois en devient bien plus dur, & qu'on se sert de l'aubier comme du cœur. Ces faits sont assez précis, & sont rapportés par des Auteurs d'un assez grand crédit, pour avoir mérité l'attention des Physiciens, & même des Architectes; mais il y a tout lieu de croire qu'outre la négligence qui a pu les empêcher jusqu'ici de s'assurer de la vérité de ces faits, la crainte de contrevenir à l'Ordonnance des eaux & forêts, a pu retarder leur curiosité. Il est défendu, sous peine de grosses amendes, d'écorcer aucun arbre & de le laisser sécher sur pied; cette défense, qui d'ailleurs est fondée, a dû faire un préjugé contraire, qui sans doute aura fait regarder ce que nous venons de rapporter comme des faits faux, ou du moins hasardés; & je serois encore moi-même dans l'ignorance à cet égard, si les attentions de M. le comte de Maurepas, pour les Sciences, ne m'eussent procuré la liberté de faire mes expériences, sans avoir à craindre de les payer trop cher.

Dans un bois taillis nouvellement abattu, & où j'avois fait réserver quelques beaux arbres, le 3 de mai 1733, j'ai fait écorcer sur pied quatre chênes d'environ trente à quarante pieds de hauteur, & de cinq à six pieds de pourtour, ces arbres étoient tous quatre très-vigoureux,

bien en sève, & âgés d'environ ſoixante-dix ans; j'ai fait enlever l'écorce depuis le ſommet de la tige juſqu'au pied de l'arbre avec une ſerpe. Cette opération eſt aiſée, l'écorce ſe ſéparant très-facilement du corps de l'arbre dans le temps de la sève. Ces chênes étoient de l'eſpèce commune dans les forêts, qui porte le plus gros gland. Quand ils furent entièrement dépouillés de leur écorce, je fis abattre quatre autres chênes de la même eſpèce dans le même terrein, & auſſi ſemblables aux premiers que je pus les trouver. Mon deſſein étoit d'en faire écorcer le même jour encore ſix, & en abattre ſix autres, mais je ne pus achever cette opération que le lendemain : de ces ſix chênes écorcés, il s'en trouva deux qui étoient beaucoup moins en sève que les quatre autres. Je fis conduire ſous un hangar les ſix arbres abattus, pour les laiſſer ſécher dans leur écorce juſqu'au temps que j'en aurois beſoin, pour les comparer avec ceux que j'avois fait dépouiller. Comme je m'imaginois que cette opération leur avoit fait grand tort, & qu'elle devoit produire un grand changement, j'allai pluſieurs jours de ſuite, viſiter très-curieuſement mes arbres écorcés, mais je n'aperçus aucune altération ſenſible pendant plus de deux mois. Enfin le 10 de juillet, l'un de ces chênes, celui qui étoit le moins en sève dans le temps de l'écorcement, laiſſa voir les premiers ſymptômes de la maladie qui devoit bientôt le détruire. Ses feuilles commencèrent à jaunir du côté du midi, & bientôt jaunirent entièrement, ſéchèrent & tombèrent, de ſorte qu'au 26 août il ne lui en reſtoit

pas une. Je le fis abattre le 30 du même mois, j'étois présent; il étoit devenu si dur que la cognée avoit peine à entrer, & qu'elle cassa sans que la mal-adresse du bûcheron me parût y avoir part; l'aubier sembloit être plus dur que le cœur du bois qui étoit encore humide & plein de sève.

Celui de mes arbres qui dans le temps de l'écorcement n'étoit pas plus en sève que le précédent, ne tarda guère à le suivre; ses feuilles commencèrent à changer de couleur au 13 de juillet, & il s'en défit entièrement avant le 10 de septembre. Comme je craignois d'avoir fait abattre trop tôt le premier, & que l'humidité que j'avois remarquée au-dedans, indiquoit encore quelque reste de vie, je fis réserver celui-ci, pour voir s'il pousseroit des feuilles au printemps suivant.

Mes quatre autres chênes résistèrent vigoureusement, ils ne quittèrent leurs feuilles que quelques jours avant le temps ordinaire; & même l'un des quatre, dont la tête étoit légère & peu chargée de branches, ne les quitta qu'au temps juste de leur chute naturelle, mais je remarquai que les feuilles & même quelques rejetons de tous quatre, s'étoient desséchées du côté du midi plusieurs jours auparavant.

Au printemps suivant, tous ces arbres devancèrent les autres, & n'attendirent pas le temps ordinaire du développement des feuilles pour en faire paroître, ils se couvrirent de verdure huit à dix jours avant la saison. Je prévis tout ce que cet effort devoit leur coûter;

j'obſervai les feuilles, leur accroiſſement fut aſſez prompt, mais bientôt arrêté faute de nourriture ſuffiſante; cependant elles vécurent, mais celui de mes arbres qui, l'année précédente, s'étoit dépouillé le premier, ſentit auſſi le premier tout l'effet de l'état d'inanition & de ſécchereſſe où il étoit réduit; ſes feuilles ſe fanèrent bientôt & tombèrent pendant les chaleurs de juillet 1734. Je le fis abattre le 30 août, c'eſt-à-dire une année après celui qui l'avoit précédé, je jugeai qu'il étoit au moins auſſi dur que l'autre, & beaucoup plus dur dans le cœur du bois qui étoit à peine encore un peu humide: je le fis conduire ſous un hangar, où l'autre étoit déjà avec les ſix arbres dans leur écorce, auxquels je voulois les comparer.

Trois des quatre arbres qui me reſtoient, quittèrent leurs feuilles au commencement de ſeptembre, mais le chêne à tête légère les conſerva plus long-temps, & il ne s'en défit entièrement qu'au 22 du même mois. Je le fis réſerver pour l'année ſuivante, avec celui des trois autres qui me parut le moins malade, & je fis abattre les deux plus foibles en octobre 1734. Je laiſſai deux de ces arbres expoſés à l'air & aux injures du temps, & je fis conduire l'autre ſous le hangar; ils furent trouvés très-durs à la cognée, & le cœur du bois étoit preſque ſec.

Au printemps 1735, le plus vigoureux de mes deux arbres réſervés, donna encore quelques ſignes de vie, les boutons ſe gonflèrent, mais les feuilles ne purent ſe développer. L'autre me parut tout-à-fait mort; en effet, l'ayant fait abattre au mois de mai, je reconnus qu'il n'avoit

plus d'humide radical, & je le trouvai d'une très-grande dureté, tant en dehors qu'en dedans. Je fis abattre le dernier quelque temps après, & je les fis conduire tous deux au hangar, pour être mis avec les autres à un nouveau genre d'épreuve.

Pour mieux comparer la force du bois des arbres écorcés avec celle du bois ordinaire, j'eus soin de mettre ensemble chacun des six chênes que j'avois fait amener en grume, avec un chêne écorcé, de même grosseur à peu-près; car j'avois déjà reconnu, par expérience, que le bois dans un arbre d'une certaine grosseur, étoit plus pesant & plus fort que le bois d'un arbre plus petit, quoique de même âge. Je fis scier tous mes arbres par pièces de quatorze pieds de longueur; j'en marquai les centres au-dessus & au-dessous; je fis tracer aux deux bouts de chaque pièce, un quarré de 6 pouces $\frac{1}{2}$, & je fis scier & enlever les quatre faces, de sorte qu'il ne me resta de chacune de ces pièces, qu'une solive de 14 pieds de longueur, sur 6 pouces très-juste d'équarrissage. Je les fis travailler à la varlope, & réduire avec beaucoup de précaution à cette mesure dans toute leur longueur, & j'en fis rompre quatre de chaque espèce, afin de reconnoître leur force, & d'être bien assuré de la grande différence que j'y trouvai d'abord.

La solive tirée du corps de l'arbre qui avoit péri le premier après l'écorcement, pesoit 242 livres, elle se trouva la moins forte de toutes, & rompit sous 7940 livres.

Celle de l'arbre en écorce que je lui comparai, peſoit 234 livres, elle rompit ſous 7320 livres.

La ſolive du ſecond arbre écorcé, peſoit 249 livres; elle plia plus que la première, & rompit ſous la charge de 8362 livres.

Celle de l'arbre en écorce que je lui comparai, peſoit 236 livres, elle rompit ſous la charge de 7385 livres.

La ſolive de l'arbre écorcé & laiſſé aux injures du temps, peſoit 258 livres; elle plia encore plus que la ſeconde, & ne rompit que ſous 8926 livres.

Celle de l'arbre en écorce que je lui comparai, peſoit 239 livres, & rompit ſous 7420 livres.

Enfin la ſolive de mon arbre à tête légère, que j'avois toujours jugé le meilleur, ſe trouva en effet peſer 263 livres, & porta avant que de rompre 9046 livres.

L'arbre que je lui comparai, peſoit 238 livres, & rompit ſous 7500 livres.

Les deux autres arbres écorcés ſe trouvèrent défectueux dans leur milieu, où il ſe trouva quelques nœuds, de ſorte que je ne voulus pas les faire rompre: mais les épreuves ci-deſſus ſuffiſent pour faire voir que le bois écorcé & ſéché ſur pied eſt toujours plus peſant, & conſidérablement plus fort que le bois gardé dans ſon écorce. Ce que je vais rapporter ne laiſſera aucun doute ſur ce fait.

Du haut de la tige de mon arbre écorcé & laiſſé aux injures de l'air, j'ai fait tirer une ſolive de 6 pieds de longueur & de 5 pouces d'équarriſſage; il ſe trouva qu'à l'une des faces il y avoit un petit abreuvoir, mais qui ne

pénétroit guère que d'un demi-pouce, & à la face opposée une tache large d'un pouce, d'un bois plus brun que le reste. Comme ces défauts ne me parurent pas considérables, je la fis peser & charger, elle pesoit 75 livres; on la chargea en une heure cinq minutes de 8500 livres, après quoi elle craqua assez violemment; je crus qu'elle alloit casser quelque temps après avoir craqué, comme cela arrivoit toujours, mais ayant eu la patience d'attendre trois heures, & voyant qu'elle ne baissoit ni ne plioit, je continuai à la faire charger, & au bout d'une autre heure elle rompit enfin, après avoir craqué pendant une demi-heure sous la charge de 12745 livres. Je n'ai rapporté le détail de cette épreuve, que pour faire voir que cette solive auroit porté davantage sans les petits défauts qu'elle avoit à deux de ses faces.

Une solive toute pareille, tirée d'un pied d'un des arbres en écorce, ne se trouva peser que 72 livres; elle étoit très-saine & sans aucun défaut, on la chargea en une heure trente-huit minutes, après quoi elle craqua très-légèrement, & continua de craquer de quart-d'heure en quart-d'heure pendant trois heures entières, & rompit au bout de ce temps sous la charge de 11889 livres.

Cette expérience est très-avantageuse au bois écorcé, car elle prouve que le bois du dessus de la tige d'un arbre écorcé, même avec des défauts assez considérables, s'est trouvé plus pesant & plus fort que le bois tiré du pied d'un autre arbre non écorcé, qui d'ailleurs n'avoit aucun défaut; mais ce qui suit est encore plus favorable.

De

De l'aubier d'un de mes arbres écorcés, j'ai fait tirer plusieurs barreaux de 3 pieds de longueur, sur un pouce d'équarrissage, entre lesquels j'en ai choisi cinq des plus parfaits pour les rompre; le premier pesoit 23 onces $\frac{5}{32}$, & rompit sous 287 livres; le second pesoit 23 onces $\frac{6}{32}$, & rompit sous 291 livres $\frac{1}{2}$; le troisième pesoit 23 onces $\frac{4}{32}$, & rompit sous 275 livres; le quatrième pesoit 23 onces $\frac{28}{32}$, & rompit sous 291 livres, & le cinquième pesoit 23 onces $\frac{14}{32}$, & rompit sous 291 livres $\frac{1}{2}$. Le poids moyen est à peu-près 23 onces $\frac{11}{32}$, & la charge moyenne à peu-près 287 livres. Ayant fait les mêmes épreuves sur plusieurs barreaux d'aubier d'un des chênes en écorce, le poids moyen se trouva de 23 onces $\frac{2}{32}$, & la charge moyenne de 248 livres; & ensuite ayant fait aussi la même chose sur plusieurs barreaux de cœur du même chêne en écorce, le poids moyen s'est trouvé de 25 onces $\frac{10}{32}$, & la charge moyenne de 256 livres.

Ceci prouve que l'aubier du bois écorcé, est non-seulement plus fort que l'aubier ordinaire, mais même beaucoup plus que le cœur de chêne non écorcé, quoiqu'il soit moins pesant que ce dernier.

Pour en être plus sûr encore, j'ai fait tirer de l'aubier d'un autre de mes arbres écorcés, plusieurs petites solives de 2 pieds de longueur, sur 1 pouce $\frac{1}{2}$ d'équarrissage, entre lesquels je ne pus en trouver que trois d'assez parfaites pour les soumettre à l'épreuve. La première rompit sous 1294 livres; la seconde sous 1219 livres; la troisième sous 1247 livres, c'est-à-dire, au pied moyen sous 1253 livres:

mais de plusieurs solives semblables que je tirai de l'aubier d'un autre arbre en écorce, le pied moyen de la charge ne se trouva que de 997 livres, ce qui fait une différence encore plus grande que dans l'expérience précédente.

De l'aubier d'un autre arbre écorcé & séché sur pied, j'ai fait encore tirer plusieurs barreaux de 2 pieds de longueur, sur 1 pouce d'équarrissage, parmi lesquels j'en ai choisi six, qui, au pied moyen, ont rompu sous la charge de 501 livres; & il n'a fallu que 353 livres au pied moyen pour rompre plusieurs solives d'aubier d'un arbre en écorce qui portoit la même longueur & le même équarrissage; & même il n'a fallu que 379 livres au pied moyen, pour rompre plusieurs solives de cœur de chêne en écorce.

Enfin de l'aubier d'un de mes arbres écorcés, j'ai fait tirer plusieurs barreaux d'un pied de longueur, sur un pouce d'équarrissage, parmi lesquels j'en ai trouvé dix-sept assez parfaits pour être mis à l'épreuve; ils pesoient 7 onces $\frac{29}{33}$ au pied moyen, & il a fallu pour les rompre la charge de 798 livres; mais le poids moyen de plusieurs barreaux d'aubier, d'un de mes arbres en écorce, n'étoit que de 6 onces $\frac{28}{32}$, & la charge moyenne qu'il a fallu pour les rompre de 629 livres; & la charge moyenne pour rompre de semblables barreaux de cœur de chêne en écorce, par huit différentes épreuves, s'est trouvée de 731 livres. L'aubier des arbres écorcés & séchés sur pied, est donc considérablement plus pesant que l'aubier des bois ordinaires, & beaucoup plus fort que le cœur

même du meilleur bois. Je ne dois pas oublier de dire que j'ai remarqué en faisant toutes ces épreuves, que la partie extérieure de l'aubier étoit celle qui résistoit davantage; en sorte qu'il falloit constamment une plus grande charge pour rompre un barreau d'aubier pris à la dernière circonférence de l'arbre écorcé, que pour rompre un pareil barreau pris au-dedans. Cela est tout-à-fait contraire à ce qui arrive dans les arbres traités à l'ordinaire, dont le bois est plus léger & plus foible à mesure qu'il est le plus près de la circonférence. J'ai déterminé la proportion de cette diminution, en pesant à la balance hydrostatique des morceaux du centre des arbres, des morceaux de la circonférence du bois parfait, & des morceaux d'aubier; mais ce n'est pas ici le lieu d'en rapporter le détail, je me contenterai de dire que dans les arbres écorcés, la diminution de solidité du centre de l'arbre à la circonférence, n'est pas à beaucoup près aussi sensible, & qu'elle ne l'est même point du tout dans l'aubier.

Les expériences que nous venons de rapporter, sont trop multipliées pour qu'on puisse douter du fait qu'elles concourent à établir, il est donc très-certain que le bois des arbres écorcés & séchés sur pied est plus dur, plus solide, plus pesant, & plus fort que le bois des arbres abattus dans leur écorce; & de-là je pense qu'on peut conclure qu'il est aussi plus durable. Des expériences immédiates sur la durée du bois seroient encore plus concluantes; mais notre propre durée est si courte, qu'il ne seroit pas raisonnable de les tenter; il en est

ici comme de l'âge des ſouches, & en général comme d'un très-grand nombre de vérités importantes que la brièveté de notre vie ſemble nous dérober à jamais : il faudroit laiſſer à la poſtérité des expériences commencées; il faudroit la mieux traiter que l'on ne nous a traité nous-mêmes; car le peu de traditions phyſiques que nous ont laiſſé nos ancêtres, devient inutile par le défaut d'exactitude, ou par le peu d'intelligence des Auteurs, & plus encore par les faits haſardés ou faux qu'ils n'ont pas eu honte de nous tranſmettre.

La cauſe phyſique de cette augmentation de ſolidité & de force dans le bois écorcé ſur pied ſe préſente d'elle-même, il ſuffit de ſavoir que les arbres augmentent en groſſeur par des couches additionnelles de nouveau bois qui ſe forment à toutes les sèves entre l'écorce & le bois ancien; nos arbres écorcés ne forment point de ces nouvelles couches, & quoiqu'ils vivent après l'écorcement ils ne peuvent groſſir. La ſubſtance deſtinée à former le nouveau bois ſe trouve donc arrêtée & contrainte de ſe fixer dans tous les vuides de l'aubier & du cœur même de l'arbre, ce qui en augmente néceſſairement la ſolidité, & doit par conſéquent augmenter la force du bois; car j'ai trouvé par pluſieurs épreuves, que le bois le plus peſant eſt auſſi le plus fort.

Je ne crois pas que l'explication de cet effet ait beſoin d'être plus détaillée; mais à cauſe de quelques circonſtances particulières qui reſtent à faire entendre, je vais donner le réſultat de quelques autres expériences qui ont rapport à cette matière.

Le 18 décembre, j'ai fait enlever des ceintures d'écorce de trois pouces de largeur à trois pieds au-dessus de terre, à plusieurs chênes de différens âges, en sorte que l'aubier paroissoit à nud & entièrement découvert; j'interceptois par ce moyen le cours de la sève qui devoit passer par l'écorce & entre l'écorce & le bois; cependant au printemps suivant ces arbres poussèrent des feuilles comme les autres, & ils leur ressembloient en tout, je n'y trouvai même rien de remarquable qu'au 22 de mai; j'aperçus alors des petits bourrelets d'environ une ligne de hauteur au-dessus de la ceinture, qui sortoient d'entre l'écorce & l'aubier tout autour de ces arbres; au-dessous de cette ceinture, il ne paroissoit & il ne parut jamais rien. Pendant l'été, ces bourrelets augmentèrent d'un pouce en descendant & en s'appliquant sur l'aubier; les jeunes arbres formèrent des bourrelets plus étendus que les vieux, & tous conservèrent leurs feuilles, qui ne tombèrent que dans le temps ordinaire de leur chute. Au printemps suivant, elles reparurent un peu avant celles des autres arbres, je crus remarquer que les bourrelets se gonflèrent un peu, mais ils ne s'étendirent plus; les feuilles résistèrent aux ardeurs de l'été, & ne tombèrent que quelques jours avant les autres. Au troisième printemps, mes arbres se parèrent encore de verdure & devancèrent les autres; mais les plus jeunes ou plutôt les plus petits, ne la conservèrent pas long-temps, les sécheresses de juillet les dépouillèrent; les plus gros arbres ne perdirent leurs feuilles qu'en automne, & j'en ai eu deux qui en avoient encore après le

quatrième printemps ; mais tous ont péri à la troisième ou dans cette quatrième année depuis l'enlevèment de leur écorce. J'ai essayé la force du bois de ces arbres, elle m'a paru plus grande que celle des bois abattus à l'ordinaire ; mais la différence qui, dans les bois entièrement écorcés est de plus d'un quart, n'est pas à beaucoup près aussi considérable ici, & même n'est pas assez sensible pour que je rapporte les épreuves que j'ai faites à ce sujet. Et en effet ces arbres n'avoient pas laissé que de grossir au-dessus de la ceinture ; ces bourrelets n'étoient qu'une expansion du *liber* qui s'étoit formé entre le bois & l'écorce ; ainsi la sève qui, dans les arbres entièrement écorcés, se trouvoit contrainte de se fixer dans les pores du bois & d'en augmenter la solidité, suivit ici sa route ordinaire, & ne déposa qu'une petite partie de sa substance dans l'intérieur de l'arbre, le reste fut employé à la formation de ce bois imparfait, dont les bourrelets faisoient l'appendice & la nourriture de l'écorce, qui vécut aussi long-temps que l'arbre même ; au-dessous de la ceinture l'écorce vécut aussi, mais il ne se forma ni bourrelets ni nouveau bois, l'action des feuilles & des parties supérieures de l'arbre pompoit trop puissamment la sève pour qu'elle pût se porter vers l'écorce de la partie inférieure : & j'imagine que cette écorce du pied de l'arbre a plutôt tiré sa nourriture de l'humidité de l'air que de celle de la sève que les vaisseaux latéraux de l'aubier pouvoient lui fournir.

J'ai fait les mêmes épreuves sur plusieurs espèces

d'arbres fruitiers ; c'eſt un moyen ſûr de hâter leur production ; ils fleuriſſent quelquefois trois ſemaines avant les autres, & donnent des fruits hâtifs & aſſez bons la première année. J'ai même eu des fruits ſur un poirier dont j'avois enlevé, non-ſeulement l'écorce, mais même tout l'aubier, & ces fruits prématurés étoient auſſi bons que les autres. J'ai auſſi fait écorcer du haut en bas de gros pommiers & des pruniers vigoureux, cette opération a fait mourir dès la première année les plus petits de ces arbres, mais les gros ont quelquefois réſiſté pendant deux ou trois ans ; ils ſe couvroient avant la ſaiſon d'une prodigieuſe quantité de fleurs, mais le fruit qui leur ſuccédoit ne venoit jamais en maturité, jamais même à une groſſeur conſidérable. J'ai auſſi eſſayé de rétablir l'écorce des arbres qui ne leur eſt que trop ſouvent enlevée par différens accidens, & je n'ai pas travaillé ſans ſuccès ; mais cette matière eſt toute différente de celle que nous traitons ici, & demande un détail particulier. Je me ſuis ſervi des idées que ces expériences m'ont fait naître, pour mettre à fruit des arbres gourmans & qui pouſſoient trop vigoureuſement en bois. J'ai fait le premier eſſai ſur un coignaſſier, le 3 avril j'ai enlevé en ſpirale l'écorce de deux branches de cet arbre ; ces deux ſeules branches donnèrent des fruits, le reſte de l'arbre pouſſa trop vigoureuſement & demeura ſtérile : au lieu d'enlever l'écorce, j'ai quelquefois ſerré la branche ou le tronc de l'arbre avec une petite corde ou de la filaſſe ; l'effet étoit le même, & j'avois le plaiſir de recueillir des fruits ſur ces arbres ſtériles depuis long-temps.

L'arbre en groſſiſſant ne rompt pas le lien qui le ſerre, il ſe forme ſeulement deux bourrelets, le plus gros au-deſſus & le moindre au-deſſous de la petite corde, & ſouvent dès la première ou la ſeconde année elle ſe trouve recouverte & incorporée à la ſubſtance même de l'arbre.

De quelque façon qu'on intercepte donc la sève, on eſt ſûr de hâter les productions des arbres, ſur-tout l'épanouiſſement des fleurs & la production des fruits. Je ne donnerai pas l'explication de ce fait, on la trouvera dans la Statique des Végétaux: cette interception de la sève durcit auſſi le bois, de quelque façon qu'on la faſſe; & plus elle eſt grande, plus le bois devient dur. Dans les arbres entièrement écorcés, l'aubier ne devient ſi dur que parce qu'étant plus poreux que le bois parfait, il tire la sève avec plus de force & en plus grande quantité; l'aubier extérieur la pompe plus puiſſamment que l'aubier intérieur; tout le corps de l'arbre tire juſqu'à ce que les tuyaux capillaires ſe trouvent remplis & obſtrués; il faut une plus grande quantité de parties fixes de la sève pour remplir la capacité des larges pores de l'aubier, que pour achever d'occuper les petits interſtices du bois parfait, mais tout ſe remplit à peu-près également; & c'eſt ce qui fait que dans ces arbres la diminution de la peſanteur & de la force du bois, depuis le centre à la circonférence, eſt bien moins conſidérable que dans les arbres revêtus de leur écorce; & ceci prouve en même temps que l'aubier de ces arbres écorcés, ne doit plus être regardé comme un bois imparfait, puiſqu'il a acquis en une année ou deux,

par

par l'écorcement, la ſolidité & la force qu'autrement il n'auroit acquiſe qu'en douze ou quinze ans; car il faut à peu-près ce temps dans les meilleurs terreins, pour tranſformer l'aubier en bois parfait : on ne ſera donc pas contraint de retrancher l'aubier, comme on l'a toujours fait juſqu'ici, & de le rejeter : on emploiera les arbres dans toute leur groſſeur, ce qui fait une différence prodigieuſe, puiſque l'on aura ſouvent quatre ſolives dans un pied d'arbre, duquel on n'auroit pu en tirer que deux : un arbre de quarante ans, pourra ſervir à tous les uſages auxquels on emploie un arbre de ſoixante ans; en un mot, cette pratique aiſée donne le double avantage d'augmenter non-ſeulement la force & la ſolidité, mais encore le volume du bois.

Mais, dira-t-on, pourquoi l'Ordonnance a-t-elle défendu l'écorcement avec tant de ſévérité? n'y auroit-il pas quelqu'inconvénient à le permettre, & cette opération ne fait-elle pas périr les ſouches? il eſt vrai qu'elle leur fait tort; mais ce tort eſt bien moindre qu'on ne l'imagine, & d'ailleurs il n'eſt que pour les jeunes ſouches, & n'eſt ſenſible que dans les taillis. Les vues de l'Ordonnance ſont juſtes à cet égard, & ſa ſévérité eſt ſage; les marchands de bois ſont écorcer les jeunes chênes dans les taillis, pour vendre l'écorce qui s'emploie à tanner les cuirs; c'eſt-là le ſeul motif de l'écorcement. Comme il eſt plus aiſé d'enlever l'écorce lorſque l'arbre eſt ſur pied qu'après qu'il eſt abattu, & que de cette facon un plus petit nombre d'ouvriers peut faire la même quantité d'écorce, l'uſage

d'écorcer ſur pied ſe ſeroit rétabli ſouvent ſans la rigueur des loix : or, pour un très-léger avantage, pour une façon un peu moins chère d'enlever l'écorce, on faiſoit un tort conſidérable aux ſouches. Dans un canton que j'ai fait écorcer & ſécher ſur pied, j'en ai compté pluſieurs qui ne repouſſoient plus, quantité d'autres qui pouſſoient plus foiblement que les ſouches ordinaires, leur langueur a même été durable ; car après trois ou quatre ans j'ai vu leurs rejetons ne pas égaler la moitié de la hauteur des rejetons ordinaires de même âge. La défenſe d'écorcer ſur pied eſt donc fondée en raiſon, il conviendroit ſeulement de faire quelques exceptions à cette règle trop générale. Il en eſt tout autrement des futaies que des taillis, il faudroit permettre d'écorcer les baliveaux & tous les arbres de ſervice ; car on ſait que les futaies abattues ne repouſſent preſque rien : que plus un arbre eſt vieux, lorſqu'on l'abat, moins ſa ſouche épuiſée peut produire ; ainſi ſoit qu'on écorce ou non, les ſouches des arbres de ſervice produiront peu lorſqu'on aura attendu le temps de la vieilleſſe de ces arbres pour les abattre. A l'égard des arbres de moyen âge, qui laiſſent ordinairement à leur ſouche la force de reproduire, l'écorcement ne la détruit pas ; car ayant obſervé les ſouches de mes ſix arbres écorcés & ſéchés ſur pied, j'ai eu le plaiſir d'en voir quatre couvertes d'un aſſez grand nombre de rejetons, les deux autres n'ont pouſſé que très-foiblement, & ces deux ſouches ſont préciſément celles des deux arbres qui, dans le temps de l'écorcement, étoient moins en sève

que les autres. Trois ans après l'écorcement, tous ces rejetons avoient trois à quatre pieds de hauteur ; & je ne doute pas qu'ils ne se fussent élevés bien plus haut si le taillis qui les environne & qui les a devancés, ne les privoit pas des influences de l'air libre si nécessaire à l'accroissement de toutes les plantes.

Ainsi l'écorcement ne fait pas autant de mal aux souches qu'on pourroit le croire, cette crainte ne doit donc pas empêcher l'établissement de cet usage facile & très-avantageux ; mais il faut le restreindre aux arbres destinés pour le service, & il faut choisir le temps de la plus grande sève pour faire cette opération ; car alors les canaux sont plus ouverts, la force de succion est plus grande, les liqueurs coulent plus aisément, passent plus librement & par conséquent les tuyaux capillaires conservent plus long-temps leur puissance d'attraction, & tous les canaux ne se ferment que long-temps après l'écorcement ; au lieu que dans les arbres écorcés avant la sève, le chemin des liqueurs ne se trouve pas frayé, & la route la plus commode se trouvant rompue avant que d'avoir servi, la sève ne peut se faire passage aussi facilement, la plus grande partie des canaux ne s'ouvre pas pour la recevoir, son action pour y pénétrer est impuissante, & ces tuyaux sevrés de nourriture sont obstrués faute de tension ; les autres ne s'ouvrent jamais autant qu'ils l'auroient fait dans l'état naturel de l'arbre, & à l'arrivée de la sève ils ne présentent que de petits orifices, qui, à la vérité, doivent pomper avec beaucoup de force, mais qui

doivent toujours être plutôt remplis & obſtrués que les tuyaux ouverts & diſtendus des arbres que la sève a humectés & préparés avant l'écorcement; c'eſt ce qui a fait que dans nos expériences, les deux arbres qui n'étoient pas auſſi en sève que les autres ont péri les premiers, & que leurs ſouches n'ont pas eu la force de reproduire; il faut donc attendre le temps de la plus grande sève pour écorcer; on gagnera encore à cette attention une facilité très-grande de faire cette opération, qui, dans un autre temps, ne laiſſeroit pas d'être aſſez longue, & qui dans cette ſaiſon de la sève, devient un très-petit ouvrage, puiſqu'un ſeul homme monté au-deſſus d'un grand arbre peut l'écorcer du haut en bas en moins de deux heures.

Je n'ai pas eu occaſion de faire les mêmes épreuves ſur d'autres bois que le chêne; mais je ne doute pas que l'écorcement & le deſſéchement ſur pied, ne rende tous les bois, de quelque eſpèce qu'ils ſoient, plus compactes & plus fermes; de ſorte que je penſe qu'on ne peut trop étendre & trop recommander cette pratique.

ARTICLE II.

EXPÉRIENCES ſur le deſſéchement du bois à l'air, & ſur ſon imbibition dans l'eau.

EXPÉRIENCE PREMIÈRE,

Pour reconnoître le temps & la gradation du deſſéchement.

LE 22 mai 1733, j'ai fait abattre un chêne âgé d'environ quatre-vingt-dix ans, je l'ai fait ſcier & équarrir tout de

ſuite, & j'en ai fait tirer un bloc en forme de parallélipipède de 14 pouces 2 lignes ½ de hauteur, de 8 pouces 2 lignes d'épaiſſeur, & 9 pouces 5 lignes de largeur. Je m'étois trouvé réduit à ces meſures, parce que je ne voulois me ſervir que du bois parfait qu'on appelle *le cœur;* & que j'avois fait enlever exactement tout l'aubier ou bois blanc. Ce morceau de cœur de chêne peſoit d'abord 45 livres 10 onces, ce qui revient à très-peu près à 72 livres 3 onces le pied cube.

TABLE du deſſéchement de ce morceau de bois.

Nota. Il étoit ſous un hangar à l'abri du Soleil.

ANNÉES, MOIS & JOURS.	POIDS du Bois.	ANNÉES, MOIS & JOURS.	POIDS du Bois.
	liv. onc.		*liv. onc.*
1733. Mai.... 23........	45. 10	1733. Sept... 26.........	36. 1
24.........	45. 1	Octob. 26, temps ſec.	35. 5
25.........	44. 10	Novem. 3, ſec......	35. $4\frac{1}{4}$
26.........	44. 5	17, pluie.....	35. 4
27.........	44. $\frac{1}{4}$	Décemb. 1.er pluie....	35. 4
28.........	43. $11\frac{3}{4}$	15, gelée....	35. $3\frac{1}{4}$
29.........	43. $7\frac{3}{4}$	29, humide...	35. $3\frac{1}{4}$
30.........	43. 4	1734. Janvier, 12, variable....	35. $3\frac{1}{4}$
Juin... 2.........	42. 11	26, gelée....	35. $1\frac{1}{2}$
6.........	42. 1	Février. 9, pluie.....	35. $1\frac{1}{4}$
10.........	41. 6	23, vent.....	35. $\frac{3}{4}$
14.........	40. 14	Mars... 9, temps doux.	34. $15\frac{3}{4}$
18.........	40. 7	23, pluie.....	34. $15\frac{1}{4}$
26.........	39. 15	Avril.. 26.........	34. 10
Juillet.. 4.........	39. 8	Mai... 26.........	34. 7
16.........	38. 12	Juin.. 26.........	33. 14
26.........	38. 6	Juillet. 26.........	33. $6\frac{1}{2}$
Août.. 26.........	37. 3	Août.. 26.........	33.

Années, Mois & Jours.		Poids du Bois.	Années, Mois & Jours.		Poids du Bois.
		liv. onc.			*liv. onc.*
1734.	Sept. . 26.	32. 11	1735.	Novem. 26.	32. 3
	Octob. 26.	32. 7		Décem. 26.	32. $5\frac{1}{2}$
	Novem. 26.	32. 11	1736.	Février. 26.	32. 1
	Decem. 26.	32. $12\frac{1}{2}$		Mai. . . 27.	32.
1735.	Janv. . . 26.	32. 12		Août. . 26.	31. 13
	Février. 26.	32. $12\frac{1}{2}$	1737.	Février. 26.	31. $10\frac{1}{3}$
	Mars. . 26.	32. 13	1738.	Février. 27.	31. 7
	Avril. . 26.	32. 8	1739.	Février. 26.	31. $5\frac{1}{4}$
	Mai. . . 26.	32. 7	1740.	Février. 25.	31. 3
	Juin. . . 26.	32. 6	1741.	Février. 26.	31. $1\frac{1}{2}$
	Juillet. 26.	32. 4	1742.	Février. 26.	31. 1
	Août. . 26.	32. $\frac{1}{4}$	1743.	Février. 26.	31. 1
	Sept. . . 26.	32. $\frac{1}{2}$	1744.	Février. 26.	31. $1\frac{1}{4}$
	Octob. 26.	32. 1			

Cette Table contient, comme l'on voit, la quantité & la proportion du deſſéchement pendant dix années conſécutives. Dès la ſeptième année le deſſéchement étoit entier; ce morceau de bois qui peſoit d'abord 45 livres 10 onces, a perdu en ſe deſſéchant 14 livres 8 onces, c'eſt-à-dire, près d'un tiers de ſon poids. On peut remarquer qu'il a fallu ſept ans pour ſon deſſéchement entier, mais qu'en onze jours il a été ſec au quart, & qu'en deux mois il a été à moitié ſec, puiſqu'au 2 juin il avoit déjà perdu 3 livres 9 onces, & qu'au 26 juillet 1733, il avoit déjà perdu 7 livres 4 onces, & qu'enfin il étoit aux trois quarts ſec au bout de dix mois. On doit obſerver auſſi que dès que ce morceau a été ſec aux deux tiers ou environ, il repompoit autant & même plus d'humidité qu'il n'en exhaloit.

EXPÉRIENCE II.

Pour comparer le temps & la gradation du desséchement.

LE 22 mai 1734, j'ai fait scier dans le tronc du même arbre qui m'avoit servi à l'expérience précédente, un bloc dont j'ai fait tirer un morceau tout pareil au premier, & qu'on a réduit exactement aux mêmes dimensions. Ce tronc d'arbre étoit depuis un an, c'est-à-dire, depuis le 22 mai 1733, exposé aux injures de l'air; on l'avoit laissé dans son écorce, & pour l'empêcher de pourrir, on avoit eu soin de retourner le tronc de temps en temps. Ce second morceau de bois a été pris tout auprès & au-dessous du premier.

TABLE du desséchement de ce morceau.

ANNÉES, MOIS & JOURS.			POIDS du Bois.		ANNÉES, MOIS & JOURS.			POIDS du Bois.	
			liv.	*onc.*				*liv.*	*onc.*
1734.	Mai...	23, à 8h du mat.	42.	8	1734.	Juillet.	4........	37.	$15\frac{3}{4}$
		24, à 8h du mat.	42.				16........	37.	7
		24, à 8h du soir.	41.	$12\frac{1}{2}$			26........	37.	$3\frac{3}{4}$
		25, à 8h du mrt.	41.	$10\frac{1}{2}$		Août..	26........	36.	$6\frac{1}{4}$
		26, *idem*......	41.	6		Sept..	26........	35.	10
		27........	41.	$3\frac{1}{4}$		Octob.	26........	35.	$1\frac{1}{4}$
		28........	40.	$15\frac{1}{4}$		Novem.	26........	35.	$3\frac{1}{4}$
		29........	40.	$13\frac{1}{4}$		Décem.	26........	35.	$4\frac{1}{2}$
		30........	40.	11	1735.	Janvier.	26........	35.	$2\frac{1}{4}$
	Juin...	2........	40.	7		Février.	26........	35.	1
		6........	40.	$1\frac{1}{4}$		Mars..	26........	35.	$\frac{1}{4}$
		10........	39.	$10\frac{1}{4}$		Avril..	26........	34.	11
		14........	39.	$5\frac{1}{4}$		Mai...	26........	34.	5
		18........	39.	$1\frac{1}{4}$		Juin...	26........	34.	1
		26........	38.	12		Juillet.	26........	33.	11

Années, Mois & Jours.			Poids du Bois.		Années, Mois & Jours.			Poids du Bois.	
			liv.	*onc.*				*liv.*	*onc.*
1735.	Août..	26.........	33.	2½	1737.	Février.	26.........	32.	*//*
	Sept..	26.........	32.	14	1738.	*idem*...	26.........	31.	13½
	Octob.	26.........	32.	14½	1739.	*idem*...	26.........	31.	10¼
	Novem.	26.........	32.	15¼	1740.	*idem*...	26.........	31.	8
	Décem.	26.........	33.	½	1741.	*idem*...	26.........	31.	6
1736.	Février.	26.........	32.	13	1742.	*idem*...	26.........	31.	5
	Mai...	26.........	32.	6	1743.	*idem*...	26.........	31.	4⅛
	Août..	26.........	32.	½	1744.	*idem*...	26.........	31.	4

En comparant cette Table avec la première, on voit qu'en une année entière le bois en grume ne s'eſt pas plus deſſéché que le bois travaillé s'eſt deſſéché en onze jours; on voit de plus qu'il a fallu huit ans pour l'entier deſſéchement de ce morceau de bois qui avoit été conſervé en grume & dans ſon écorce pendant un an ; au lieu que le bois travaillé d'abord s'eſt trouvé entièrement ſec au bout de ſept ans. Je ſuppoſe que ce morceau de bois peſoit autant & peut-être un peu plus que le premier, & cela lorſqu'il étoit en grume & que l'arbre venoit d'être abattu, le 23 mai 1733, c'eſt-à-dire, qu'il peſoit alors 45 livres 10 ou 12 onces: cette ſuppoſition eſt fondée, parce qu'on a coupé & travaillé ce morceau de bois de la même façon & exactement ſur les mêmes dimenſions, & qu'au bout de dix années, & après ſon deſſéchement entier, il s'eſt trouvé ne différer du premier que de 3 onces, ce qui eſt une bien petite différence, & que j'attribue à la ſolidité ou denſité du premier morceau, parce que

que le ſecond avoit été pris immédiatement au-deſſous du premier, du côté du pied de l'arbre; or on ſait que plus on approche du pied de l'arbre, plus le bois a de denſité. A l'égard du deſſéchement de ce morceau de bois, depuis qu'il a été travaillé, on voit qu'il a fallu ſept ans pour le deſſécher entièrement comme le premier morceau; qu'il a fallu vingt jours pour deſſécher au quart ce ſecond morceau, deux mois & demi environ pour le deſſécher à moitié, & treize mois pour le deſſécher aux trois quarts. Enſin on voit qu'il s'eſt réduit comme le premier morceau aux deux tiers environ de ſa peſanteur.

Il faut remarquer que cet arbre étoit en sève lorſqu'on le coupa le 23 mai 1733, & que par conſéquent la quantité de la sève ſe trouve par cette expérience être un tiers de la peſanteur du bois, & qu'ainſi il n'y a dans le bois que deux tiers de parties ſolides & ligneuſes, & un tiers de parties liquides & peut-être moins, comme on le verra par la ſuite de ces expériences. Ce deſſéchement & cette perte conſidérable de peſanteur n'a rien changé au volume; les deux morceaux de bois ont encore les mêmes dimenſions, & je n'y ai remarqué ni raccourciſſement ni rétréciſſement: ainſi la sève eſt logée dans les interſtices des parties ligneuſes, & ces interſtices reſtent vuides & les mêmes après l'évaporation des parties humides qu'ils contiennent.

On n'a point obſervé que ce bois, quoique coupé en pleine sève ait été piqué des vers, il eſt très-ſain & les deux morceaux ne ſont gercés ni l'un ni l'autre.

EXPÉRIENCE III.

Pour reconnoître si le desséchement se fait proportionnellement aux surfaces.

Le 8 avril 1733, j'ai fait enlever par un Menuisier un petit morceau de bois blanc ou aubier d'un chêne qui venoit d'être abattu, & tandis qu'on le façonnoit en forme de parallélipipède, un autre Menuisier en façonnoit un autre morceau en forme de petites planches d'égale épaisseur; sept de ces petites planches se trouvèrent peser autant que le premier morceau, & la superficie de ce morceau étoit à celles des planches comme 10 est à 34 à très-peu près.

TABLE de la proportion du desséchement.

Nota. Les pesanteurs ont été prises par le moyen d'une balance qui penchoit à un quart de grain.

MOIS & JOURS.		POIDS du seul morceau.	POIDS des sept morceaux.	MOIS & JOURS.		POIDS du seul morceau.	POIDS des sept morceaux.
1734.		*grains.*	*grains.*	1734.		*grains.*	*grains.*
Avril..	8 à 2h du soir	2189	2189	Avril..	18, sec......	1630	1502
	8 à 10h du soir.	2130	1981		19, couvert...	1608½	1497½
	9 à 10h du mat	2070	1851		20, humide...	1590	1493
	10 même heure.	1973	1712		21..........	1576	1486
	11.........	1887	1628		22, variable. .	1564	1481
	12.........	1825	1589		23, chaud....	1556	1485
	13, temps serein.	1778½	1565		24..........	1550½	1486
	14, sec......	1741	1540½		25, sec......	1543	1482
	15, sec......	1708	1525½		26, sec......	1532½	1479
	16, sec......	1684	1518		27, sec......	1518½	1458
	17, sec......	1656½	1505½		28, sec......	1509	1449½

MOIS & JOURS.	POIDS du feul morceau.	POIDS des fept morceaux.	MOIS & JOURS.	POIDS du feul morceau.	POIDS des fept morceaux.
1734.	*grains.*	*grains.*	1734.	*grains.*	*grains.*
29, vent.	1504	$1447\frac{1}{2}$	Juillet . . 6, beau. . . .	1507	1479
30, pluie	1504	1461	Août . . 6, fec.	1500	1468
Mai . . . . 1.er humide. .	1507	1468	10, fec.	1489	1461
5, pluie. . . .	1512	1478	12, fec.	1479	1450
9, beau.	$1510\frac{1}{2}$	1475	14, fec.	1470	1448
13, humide. . .	1511	1476	15, fec.	1461	$1460\frac{1}{2}$
21, beau.	$1504\frac{1}{2}$	1465	16, pluie. . . .	1464	1468
29, vent & pluie	1503	1466	17, beau.	1463	1450
Juin . . . 6, pluie. . . .	1517	1489			

Avant que d'examiner ce qui réfulte de cette expérience, il faut obferver qu'il falloit 492 des grains dont je me fuis fervi pour faire une once, & que le pied cube de ce bois, qui étoit de l'aubier, pefoit à très-peu près 66 livres; que le morceau dont je me fuis fervi, contenoit à peu-près 7 pouces cubiques, & chaque petit morceau un pouce, & que les furfaces étoient comme 10 eft à 34. En confultant la Table, on voit que le defféchement dans les huit premières heures eft, pour le morceau feul, de 59 grains; & pour les fept morceaux, de 208 grains; ainfi la proportion du defféchement eft plus grande que celle des furfaces, car le morceau perdant 59, les fept morceaux n'auroient dû perdre que 200 $\frac{3}{5}$. Enfuite on voit que depuis dix heures du foir jufqu'à fept heures du matin, le morceau feul a perdu 60 grains, & que les fept morceaux en ont perdu 130; & que par conféquent le defféchement qui d'abord étoit trop grand, proportion-

nellement aux ſurfaces, eſt maintenant trop petit; parce qu'il auroit fallu pour que la proportion fût juſte, que le morceau ſeul perdant 60, les ſept morceaux euſſent perdu 204, au lieu qu'ils n'ont perdu que 130.

En comparant le terme ſuivant, c'eſt-à-dire, le quatrième de la Table, on voit que cette proportion diminue très-conſidérablement, en ſorte que les ſept morceaux ne perdent que très-peu en comparaiſon de leur ſurface; & dès le cinquième terme, il ſe trouve que le morceau ſeul perd plus que les ſept morceaux, puiſque ſon deſſéchement eſt de 93 grains, & que celui des ſept morceaux n'eſt que de 84 grains. Ainſi le deſſéchement ſe fait ici d'abord dans une proportion un peu plus grande que celle des ſurfaces, enſuite dans une proportion plus petite, & enfin il devient plus grand, où la ſurface eſt la plus petite. On voit qu'il n'a fallu que cinq jours pour deſſécher les ſept morceaux, au point que le morceau ſeul perdoit plus enſuite que les ſept morceaux.

On voit auſſi qu'il n'a fallu que vingt-un jours aux ſept morceaux pour ſe deſſécher entièrement, puiſqu'au 29 avril ils ne peſoient plus que 1447 grains $\frac{1}{2}$, ce qui eſt le plus grand degré de légèreté qu'ils aient acquis, & qu'en moins de vingt-quatre heures, ils étoient à moitié ſecs; au lieu que le morceau ſeul ne s'eſt entièrement deſſéché qu'en quatre mois & ſept jours, puiſque c'eſt au 15 d'août que ſe trouve ſa plus grande légèreté, ſon poids n'étant alors que de 1461 grains, & qu'en trois fois vingt-quatre heures il étoit à moitié ſec. On voit

aussi que les sept morceaux ont perdu, par le desséchement, plus du tiers de leur pesanteur, & le morceau seul à très-peu près le tiers.

EXPÉRIENCE IV.

Sur le même sujet que la précédente.

LE 9 avril 1734, j'ai fait prendre dans le tronc d'un chêne qui avoit été coupé & abattu trois jours auparavant, un morceau de bois en forme de cylindre, dont j'avois déterminé la grosseur en mettant la pointe du compas dans le centre des couches annuelles, afin d'avoir la partie la plus solide de cet arbre qui avoit plus de soixante ans. J'ai fait scier en deux ce cylindre pour avoir deux cylindres égaux, & j'ai fait scier de la même façon en trois l'un de ces cylindres. La superficie des trois morceaux cylindriques étoit à la superficie du cylindre, dont ils n'avoient que le tiers de la hauteur comme 43 est à 27, & le poids étoit égal, en sorte que le cylindre seul pesoit, aussi-bien que les trois cylindres, 28 onces $\frac{13}{16}$, & ils auroient pesé environ une livre 14 onces si on les eût travaillés le jour même que l'arbre avoit été abattu.

TABLE du desséchement de ces morceaux de bois.

MOIS & JOURS.	POIDS du seul morceau.	POIDS des trois morceaux.	MOIS & JOURS.	POIDS du seul morceau.	POIDS des trois morceaux.
1734.	*onces.*	*onces.*	1734.	*onces.*	*onces.*
Avril... 9 à 10h du mat.	28 $\frac{13}{16}$	28 $\frac{11}{16}$	Avril... 30	23 $\frac{17}{32}$	21 $\frac{25}{32}$
10 à 6h du matin	28 $\frac{10}{16}$	28 $\frac{6}{16}$	Mai ... 1.er	23 $\frac{15}{32}$	21 $\frac{23}{32}$
11 même heure.	28 $\frac{4}{16}$	27 $\frac{12}{16}$	2	23 $\frac{14}{32}$	21 $\frac{2}{32}$
12	27 $\frac{15}{16}$	27 $\frac{6}{16}$	3	23 $\frac{11}{32}$	21 $\frac{1}{32}$
13	27 $\frac{10}{16}$	26 $\frac{15}{16}$	5	23 $\frac{8}{32}$	21 $\frac{17}{32}$
14	27 $\frac{4}{16}$	26 $\frac{7}{16}$	9	22 $\frac{28}{32}$	21 $\frac{7}{32}$
15	26 $\frac{31}{32}$	26 $\frac{1}{32}$	13	22 $\frac{21}{32}$	21 $\frac{11}{32}$
16	26 $\frac{22}{32}$	25 $\frac{20}{32}$	17	22 $\frac{16}{32}$	20 $\frac{25}{32}$
17	26 $\frac{10}{32}$	25 $\frac{6}{32}$	21	22 $\frac{2}{32}$	20 $\frac{19}{32}$
18	26.	24 $\frac{24}{32}$	25	21 $\frac{29}{32}$	20 $\frac{16}{32}$
19	25 $\frac{24}{32}$	24 $\frac{14}{32}$	29	21 $\frac{23}{32}$	20 $\frac{13}{32}$
20	25 $\frac{17}{32}$	24 $\frac{4}{32}$	Juin... 2	21 $\frac{18}{32}$	20 $\frac{11}{32}$
21	25 $\frac{6}{32}$	23 $\frac{25}{32}$	6	21 $\frac{13}{32}$	20 $\frac{14}{32}$
22	24 $\frac{20}{32}$	23 $\frac{13}{32}$	14	21 $\frac{13}{32}$	20 $\frac{13}{32}$
23	24 $\frac{25}{32}$	23 $\frac{8}{32}$	26	21 $\frac{7}{32}$	20 $\frac{14}{32}$
24	24 $\frac{19}{32}$	23 $\frac{6}{32}$	Juillet..26	21 $\frac{26}{32}$	20 $\frac{10}{32}$
25	24 $\frac{14}{32}$	22 $\frac{31}{32}$	Août...26	20 $\frac{25}{32}$	20 $\frac{9}{32}$
26	24 $\frac{7}{32}$	22 $\frac{23}{32}$	Septem. 26	20 $\frac{26}{32}$	20 $\frac{1}{32}$
27	24.	22 $\frac{14}{32}$	Octobre.26	20 $\frac{28}{32}$	20 $\frac{15}{32}$
28	23 $\frac{25}{32}$	22 $\frac{6}{32}$	Novemb 26	21 $\frac{3}{32}$	20 [illegible]
29	23 $\frac{21}{32}$	22 $\frac{1}{32}$	Decemb.26	21 $\frac{2}{32}$	20 [illegible]

On voit par cette expérience, comparée avec la précédente, que le bois du centre ou cœur de chêne ne se desséche pas tout-à-fait autant que l'aubier, en supposant même que les morceaux eussent pesé 30 onces, au lieu de 28 $\frac{13}{16}$, & cela à cause du desséchement qui s'est fait pendant trois jours, depuis le 6 avril qu'on a abattu l'arbre dont ces morceaux ont été tirés, jusqu'au

9 du même mois, jour auquel ils ont été tirés du centre de l'arbre & travaillés. Mais en partant de 28 onces $\frac{13}{16}$, ce qui étoit leur poids réel, on voit que la proportion du desséchement est d'abord beaucoup plus grande que celle des surfaces, car le morceau seul ne perd le premier jour que $\frac{3}{16}$ d'once, & les trois morceaux perdent $\frac{7}{16}$, au lieu qu'ils n'auroient dû perdre que $\frac{4}{16} + \frac{7}{9} \times 16$. En prenant le desséchement du second jour, on voit que le morceau seul a perdu $\frac{4}{16}$ & les trois morceaux $\frac{9}{16}$, & que par conséquent il est à très-peu près dans la même proportion avec les surfaces qu'il étoit le jour précédent, & la différence est en diminution; mais dès le troisième jour le desséchement est en moindre proportion que celle des surfaces, car les surfaces étant 27 & 43, les desséchemens seroient comme 5 & $7\frac{26}{27}$ s'ils étoient en même proportion; au lieu que les desséchemens sont comme 5 & 7 ou $\frac{5}{16}$ & $\frac{7}{16}$. Ainsi dès le troisième jour le desséchement qui d'abord s'étoit fait dans une plus grande proportion que celle des surfaces, devient plus petit, & au douzième jour le desséchement des trois morceaux est égal à celui du morceau seul; & ensuite les trois morceaux continuent à perdre moins que le morceau seul; ainsi le desséchement se fait comme dans l'expérience précédente, d'abord dans une plus grande raison que celle des surfaces, ensuite dans une moindre proportion; & enfin il devient absolument moindre pour la surface plus grande; l'expérience suivante confirmera encore cette espèce de règle sur le desséchement du bois.

EXPÉRIENCE V.

J'AI pris dans le même arbre qui m'avoit ſervi à l'expérience précédente, deux morceaux cylindriques de cœur de chêne, tous deux de 4 pouces 2 lignes de diamètre, & d'un pouce 4 lignes d'épaiſſeur; j'ai diviſé l'un de ces morceaux en huit parties, par huit rayons tirés du centre, & j'ai fait fendre ce morceau en huit, ſelon la direction de ces rayons; ſuivant ces meſures la ſuperficie des huit morceaux eſt à très-peu près double de celle du ſeul morceau, & ce morceau ſeul, auſſi-bien que les huit morceaux, peſoient chacun 11 onces $\frac{11}{16}$, ce qui revient à très-peu près à 70 livres le pied cube: voici la table de leur deſſéchement. On doit obſerver comme dans l'expérience précédente, qu'il y avoit trois jours que l'arbre dont j'ai tiré ces morceaux de bois étoit abattu, & que par conſéquent la quantité totale du deſſéchement doit être augmentée de quelque choſe.

TABLE du deſſéchement d'un morceau de bois, & de huit morceaux, deſquels la ſuperficie étoit double de celle du premier morceau, le poids étant le même.

MOIS & JOURS.	POIDS du ſeul morceau.	POIDS des huit morceaux.	MOIS & JOURS.	POIDS du ſeul morceau.	POIDS des huit morceaux.
1734.	*onces.*	*onces.*	1734.	*onces.*	*onces.*
Avril... 9 à 8h du ſoir.	11 $\frac{11}{16}$	11 $\frac{11}{16}$	Avril... 13	10 $\frac{30}{32}$	10 $\frac{4}{32}$
10 à 6h du mat.	11 $\frac{19}{32}$	11 $\frac{14}{32}$	14	10 $\frac{25}{32}$	10 $\frac{5}{32}$
11 même heure	11 $\frac{11}{32}$	11.	15	10 $\frac{19}{32}$	9 $\frac{24}{32}$
12	11 $\frac{4}{32}$	10 $\frac{23}{32}$	16	10 $\frac{13}{32}$	9 $\frac{19}{32}$

MOIS & JOURS.	POIDS du seul morceau.	POIDS des huit morceaux.	MOIS & JOURS.	POIDS du seul morceau.	POIDS des huit morceaux.
1734.	*onces.*	*onces.*	1734.	*onces.*	*onces.*
Avril... 17	10 $\frac{7}{32}$	9 $\frac{11}{32}$	Mai.... 3	8 $\frac{24}{32}$	8 $\frac{7}{32}$
18	10 $\frac{1}{32}$	9 $\frac{7}{32}$	5	8 $\frac{21}{32}$	8 $\frac{7}{32}$
19	9 $\frac{29}{32}$	9 $\frac{1}{32}$	9	8 $\frac{19}{32}$	8 $\frac{7}{32}$
20	9 $\frac{24}{32}$	8 $\frac{29}{32}$	13	8 $\frac{16}{32}$	8 $\frac{7}{32}$
21	9 $\frac{20}{32}$	8 $\frac{29}{32}$	17	8 $\frac{13}{32}$	8 $\frac{6}{32}$
22	9 $\frac{16}{32}$	8 $\frac{23}{32}$	21	8 $\frac{9}{32}$	8 $\frac{5}{32}$
23	9 $\frac{13}{32}$	8 $\frac{21}{32}$	25	8 $\frac{7}{32}$	8 $\frac{4}{32}$
24	9 $\frac{10}{32}$	8 $\frac{19}{32}$	29	8 $\frac{5}{32}$	8 $\frac{4}{32}$
25	9 $\frac{7}{32}$	8 $\frac{17}{32}$	Juin... 6	8 $\frac{6}{32}$	8 $\frac{6}{32}$
26	9 $\frac{5}{32}$	8 $\frac{14}{32}$	26	8 $\frac{5}{32}$	8 $\frac{7}{32}$
27	9 $\frac{1}{32}$	8 $\frac{12}{32}$	Juillet.. 26	8 $\frac{4}{32}$	8 $\frac{5}{32}$
28	8 $\frac{30}{32}$	8 $\frac{9}{32}$	Août... 26	8 $\frac{3}{32}$	8 $\frac{5}{32}$
29	8 $\frac{29}{32}$	8 $\frac{7}{32}$	Septemb 26	8 $\frac{3}{32}$	8 $\frac{5}{32}$
30	8 $\frac{27}{32}$	8 $\frac{7}{32}$	Octobre. 26	8 $\frac{5}{32}$	8 $\frac{9}{32}$
Mai.... 1.er	8 $\frac{26}{32}$	8 $\frac{7}{32}$	Novemb 26	8 $\frac{7}{32}$	8 $\frac{13}{32}$
2	8 $\frac{25}{32}$	8 $\frac{7}{32}$	Décemb 26	8 $\frac{7}{32}$	8 $\frac{13}{32}$

On voit ici, comme dans les expériences précédentes, que la proportion du desséchement est d'abord beaucoup plus grande que celle des surfaces, ensuite moindre, puis beaucoup moindre, & enfin que la plus petite surface vient bientôt à perdre plus que la plus grande.

On peut observer aussi par les derniers termes de cette Table, qu'après le desséchement entier, au 26 août, ces morceaux de bois ont augmenté de pesanteur par l'humidité des mois de septembre, octobre & novembre; & que cette augmentation s'est faite proportionnellement aux surfaces.

EXPÉRIENCE VI.

Pour comparer le deſſéchement du bois parfait qu'on appelle le cœur, *avec le deſſechement du bois imparfait qu'on appelle l'*aubier.

LE 1.[er] avril 1734, j'ai fait tirer du corps d'un chêne abattu la veille, deux parallélipipèdes, l'un de cœur & l'autre d'aubier, qui peſoient tous deux 6 onces $\frac{1}{4}$; ils étoient de même figure, mais le morceau d'aubier étoit d'environ un quinzieme plus gros que le morceau de cœur, parce que la denſité du cœur de chêne nouvellement abattu, eſt à très-peu pres d'une quinzième partie plus grande que la denſité de l'aubier.

TABLE du deſſéchement de ces morceaux de bois.

MOIS & JOURS.	POIDS du cœur de chêne.	POIDS du morceau d'aubier.	MOIS & JOURS.	POIDS du cœur de chêne.	POIDS du morceau d'aubier.
1734.	*onces.*	*onces.*	1734.	*onces.*	*onces.*
Avril... 1.[er] à midi . . .	$6 \frac{1}{4}$	$6 \frac{1}{4}$	Avril. . . 14	$5 \frac{26}{64}$	$4 \frac{60}{64}$
2	$6 \frac{3}{32}$	$6 \frac{1}{32}$	15	$5 \frac{25}{64}$	$4 \frac{58}{64}$
3	$6 \frac{1}{32}$	$5 \frac{30}{32}$	16	$5 \frac{24}{64}$	$4 \frac{56}{64}$
4	$5 \frac{31}{32}$	$5 \frac{26}{32}$	17	$5 \frac{20}{64}$	$4 \frac{52}{64}$
5	$5 \frac{29}{32}$	$5 \frac{22}{32}$	18	$5 \frac{18}{64}$	$4 \frac{50}{64}$
6	$5 \frac{28}{32}$	$5 \frac{20}{32}$	19	$5 \frac{14}{64}$	$4 \frac{46}{64}$
7	$5 \frac{25}{32}$	$5 \frac{15}{32}$	20	$5 \frac{10}{64}$	$4 \frac{44}{64}$
8	$5 \frac{22}{32}$	$5 \frac{9}{32}$	21	$5 \frac{6}{64}$	$4 \frac{40}{64}$
9	$5 \frac{18}{32}$	$5 \frac{5}{32}$	22	$5 \frac{4}{64}$	$4 \frac{36}{64}$
10	$5 \frac{17}{32}$	$5 \frac{3}{32}$	23	5.	$4 \frac{34}{64}$
11	$5 \frac{16}{32}$	$5 \frac{3}{64}$	24	$4 \frac{63}{64}$	$4 \frac{32}{64}$
12	$5 \frac{15}{32}$	5.	25	$4 \frac{62}{64}$	$4 \frac{30}{64}$
13	$5 \frac{29}{64}$	$4 \frac{63}{64}$	26	$4 \frac{59}{64}$	$4 \frac{28}{64}$

MOIS & JOURS.	POIDS du cœur de chêne	POIDS du morceau d'aubier.	MOIS & JOURS.	POIDS du cœur de chêne	POIDS du morceau d'aubier.
1734.	*onces.*	*onces.*	1734.	*onces.*	*onces.*
Avril. . . 27	$4\frac{58}{64}$	$4\frac{26}{64}$	Juin. . . 2	$4\frac{32}{64}$	$4\frac{8}{64}$
28	$4\frac{54}{64}$	$4\frac{24}{64}$	10	$4\frac{32}{64}$	$4\frac{8}{64}$
29	$4\frac{52}{64}$	$4\frac{22}{64}$	26	$4\frac{32}{64}$	$4\frac{8}{64}$
30	$4\frac{50}{64}$	$4\frac{20}{64}$	Juillet. . 26	$4\frac{32}{64}$	$4\frac{8}{64}$
Mai. . . . 1.er	$4\frac{50}{64}$	$4\frac{20}{64}$	Août. . . 26	$4\frac{31}{64}$	$4\frac{7}{64}$
5	$4\frac{46}{64}$	$4\frac{18}{64}$	Septemb 26	$4\frac{32}{64}$	$4\frac{6}{64}$
9	4 [illegible]	$4\frac{15}{64}$	Octobre. 26	$4\frac{34}{64}$	$4\frac{10}{64}$
13	$4\frac{42}{64}$	$4\frac{14}{64}$	Novemb 26	$4\frac{37}{64}$	$4\frac{15}{64}$
17	$4\frac{40}{64}$	4 [illegible]	Decemb. 26	$4\frac{37}{64}$	$4\frac{14}{64}$
25	$4\frac{35}{64}$	$4\frac{12}{64}$			

On voit par cette Table, que ſur 6 onces $\frac{1}{4}$ la quantité totale du deſſéchement du morceau de cœur de chêne eſt 1 once $\frac{25}{32}$, & que la quantité totale du deſſéchement du morceau d'aubier eſt de 2 onces $\frac{5}{32}$; de ſorte que ces quantités ſont entr'elles, comme 57 eſt à 69, & comme 14 $\frac{1}{4}$ eſt à 16 $\frac{1}{4}$, ce qui n'eſt pas fort différent de la proportion de denſité du cœur & de l'aubier qui eſt de 15 à 14. Cela prouve que le bois le plus denſe, eſt auſſi celui qui ſe deſsèche le moins. J'ai d'autres expériences qui confirment ce fait: un morceau cylindrique d'alizier qui peſoit 15 onces $\frac{1}{2}$ le 1.er avril 1734, ne peſoit plus que 10 onces $\frac{1}{4}$ le 26 ſeptembre ſuivant, & par conſéquent ce morceau avoit perdu plus d'un tiers de ſon poids. Un morceau cylindrique de bouleau qui peſoit 7 onces $\frac{1}{2}$ le même jour 1.er avril, ne peſoit plus que 4 onces $\frac{4}{5}$ le 26 ſeptembre ſuivant. Ces bois ſont

plus légers que le chêne, & perdent auſſi un peu plus par le deſſéchement, mais la différence n'eſt pas grande, & on peut prendre pour règle générale de la quantité du deſſéchement dans les bois de toute eſpèce, la diminution d'un tiers de leur peſanteur en comptant du jour que le bois a été abattu.

On voit encore par l'expérience précédente, que l'aubier ſe deſsèche d'abord beaucoup plus promptement que le cœur de chêne; car l'aubier étoit déjà à la moitié de ſon deſſéchement au bout de ſept jours, & il a fallu vingt-quatre jours au morceau de cœur pour ſe deſſécher à moitié; & par une Table que je ne donne pas ici, pour ne pas trop groſſir ce Mémoire, je vois que l'alizier avoit en huit jours acquis la moitié de ſon deſſéchement, & le bouleau en ſept jours; d'où l'on doit conclure que la quantité qui s'évapore par le deſſéchement dans les différentes eſpèces de bois, eſt à peu-près proportionnelle à leur denſité; mais que le temps néceſſaire pour que les bois acquièrent un certain degré de deſſéchement; par exemple, celui qui eſt néceſſaire pour qu'on les puiſſe travailler aiſément, que ce temps, dis-je, eſt bien plus long pour les bois peſans que pour les bois légers, quoiqu'ils arrivent à perdre à peu-près également un tiers & plus de leur peſanteur.

EXPÉRIENCE VII.

LE 26 février 1744, j'ai fait expoſer au Soleil les deux morceaux de bois qui m'ont ſervi aux deux premières

expériences, & que j'ai gardés pendant vingt ans. Le plus ancien de ces morceaux, c'eſt-à-dire, celui qui a ſervi à la première expérience ſur le deſſéchement, peſoit, le 26 février 1744, 31 livres 1 once 2 gros; & l'autre, c'eſt-à-dire, celui qui avoit ſervi à la ſeconde expérience, peſoit le même jour 26 février 1744, 31 livres 4 onces; ils avoient d'abord été deſſéchés à l'air pendant dix ans, enſuite ayant été expoſés au Soleil depuis le 26 février juſqu'au 8 mars, & toujours garantis de la pluie, ils ſe ſéchèrent encore, & ne peſoient plus, le premier, que 30 livres 5 onces 4 gros, & le ſecond, 30 livres 6 onces 2 gros; pour les deſſécher encore davantage, je les fis mettre tous deux dans un four chauffé à 47 degrés au-deſſus de la congélation; il étoit neuf heures quarante minutes du matin, on les a tirés du four deux heures après, c'eſt-à-dire à onze heures quarante minutes, on les a meſurés exactement, leurs dimenſions n'avoient pas changé ſenſiblement. J'ai ſeulement remarqué qu'il s'étoit fait des gerſures ſur les quatre faces les plus longues qui les rendoient d'une demi-ligne ou d'une ligne plus larges; mais la hauteur étoit abſolument la même. On les a peſés en ſortant du four; le morceau de la première expérience ne peſoit plus que 29 livres 6 onces 7 gros, & celui de la ſeconde, 29 livres 6 onces; dans le moment même je les ai fait jeter dans un grand vaiſſeau rempli d'eau, & on a chargé chaque morceau d'une pierre pour les aſſujettir au fond du vaiſſeau.

TABLE de l'imbibition de ces deux morceaux de bois qui étoient entièrement desséchés lorsqu'on les a plongés dans l'eau.

MOIS & JOURS.	TEMPS pendant lequel les bois ont resté au four & à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.	MOIS & JOURS.	TEMPS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.
1744.		*liv. onc. gros.*	1744.		*liv. onc. gros.*
Mars... 8.....	....	1.er 30. 5. 4 2.d 30. 6. 2	Mars... 9.....	1 heure. ils pesoient	1.er 32. 13. 2 2.d 34. 8. 7
9.....	Mis au four* à 9h 40' & tiré à 11h 40', ils pesoient	1.er 29. 6. 7 2.d 29. 6. 7	9.....	1 heure..	1.er 33. 13. 6 2.d 34. 10. 2
9.....	Jeté dans l'eau à 11h 40' & tiré à midi 40'.	1.er 32. // 2 2.d 32. 12. //	10.....	11 heures.	1.er 34. 6. 6 2.d 35. 2. 6
9.....	1 heure..	1.er 32. 8. 6 2.d 33. 4. 6	10.....	12 heures	1.er 34. 11. 2 2.d 35. 7. 5
9.....	1 heure..	1.er 32. 13. 6 2.d 33. 9. 1	11.....	12h eures	1.er 35. // // 2.d 35. 12. 1
9.....	1 heure..	1.er 33. 1. 3 2.d 33. 13. 1	11.....	12 heures	1.er 35. 3. 1 2.d 35. 14. 1
9.....	1 heure..	1.er 33. 3. 4 2.d 34. // //	12.....	12 heures	1.er 35. 6. 5 2.d 36. 2. 6
9.....	1 heure..	1.er 33. 6. // 2.d 34. 1. 7	12.....	12 heures	1.er 35. 9. 3 2.d 36. 5. 3
9.....	1h 15'...	1.er 33. 8. // 2.d 34. 4. 2	13.....	12 heures	1.er 35. 11. 6 2.d 36. 7. 6
9.....	1 45'....	1.er 33. 9. 1 2.d 34. 5. 2	13.....	12 heures	1.er 35. 14. 2 2.d 36. 10. 1
9.....	1 55'....	1.er 33. 16. 4 2.d 34. 6. 6	14.....	12 heures	1.er 36. 1. 2 2.d 36. 13. 1
9.....	1 55'....	1.er 33. 11. 4 2.d 34. 7. 2	14.....	12 heures	1.er 36. 3. 1 2.d 36. 15. //

* Le thermomètre a monté à 47 degrés, il étoit au degré de la congélation.

MOIS & JOURS.	TEMPS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.
1744.		*liv. onc. gros.*
Mars... 15.....	12 heures	1.er 36. 4. 6
		2.d 37. 〃 7
15.....	12 heures	1.er 36. 6. 2
		2.d 37. 2. 2
16.....	12 heures	1.er 36. 8. 1
		2.d 37. 3. 4
16.....	12 heures	1.er 36. 9. 〃
		2.d 37. 5. 3
17.....	12 heures	1.er 36. 10. 2
		2.d 37. 6. 〃
17.....	12 heures	1.er 36. 11. 2
		2.d 37. 7. 3
18.....	12 heures	1.er 36. 12. 6
		2.d 37. 8. 4
18.....	12 heures	1.er 36. 13. 2
		2.d 37. 9. 4
19.....	12 heures	1.er 36. 14. 7
		2.d 37. 10. 7
19.....	12 heures	1.er 37. 〃 2
		2.d 37. 12. 2
20.....	12 heures	1.er 37. 1. 1
		2.d 37. 13. 6
20.....	12 heures	1.er 37. 2. 〃
		2.d 37. 14. 3
21.....	12 heures	1.er 37. 3. 7
		2.d 37. 15. 2
21.....	12 heures	1.er 37. 3. 6
		2.d 38. 〃 7
1744.		*liv. onc. gros.*
Mars... 22.....	12 heures	1.er 37. 4. 5
		2.d 38. 1. 4
22.....	12 heures	1.er 37. 5. 2
		2.d 38. 2. 4
23.....	24 heures	1.er 37. 6. 4
		2.d 38. 3. 2
24.....	24 heures	1.er 37. 7. 7
		2.d 38. 5. 〃
25.....	24 heures	1.er 37. 9. 2
		2.d 38. 6. 6
26.....	24 heures	1.er 37. 10. 3
		2.d 38. 7. 5
27.....	24 heures	1.er 37. 11. 3
		2.d 38. 8. 7
28.....	24 heures	1.er 37. 12. 2
		2.d 38. 10. 〃
29.....	24 heures	1.er 37. 13. 1
		2.d 38. 10. 3
30.....	24 heures	1.er 37. 13. 6
		2.d 38. 11. 3
31.....	24 heures	1.er 37. 14. 3
		2.d 38. 11. 5
Avril.. 1.er....	24 heures	1.er 37. 14. 7
		2.d 38. 12. 1
2.....	24 heures	1.er 38. 〃 1
		2.d 38. 13. 1
3.....	24 heures	1.er 38. 〃 6
		2.d 38. 14. 〃

MOIS & JOURS.	TEMPS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.	MOIS & JOURS.	TEMPS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.
1744.		*liv. onc. gros.*	1744.		*liv. onc. gr.*
Avril. 4.....	24 heures	1.er 38. 1. 2	Avril..18, beau.	24 heures	1.er 38. 12. 1
		2.d 38. 14. 2			2.d 39. 9. //
5.....	24 heures	1.er 38. 1. 7	19, pluie.	24 heures	1.er 38. 13. 1
		2.d 38. 15. 1			2.d 39. 9. 4
6, pluie.	24 heures	1.er 38. 3. //	20, pluie.	24 heures	1.er 38. 13. 2
		2.d 39. // 7			2.d 39. 10. 7
7, pluie.	24 heures	1.er 38. 3. 3	21, beau.	24 heures	1.er 38. 14. //
		2.d 39. 1. //			2.d 39. 11. //
8, pluie.	24 heures	1.er 38. 3. 6	22, beau.	24 heures	1.er 38. 14. 6
		2.d 39. 1. 2			2.d 39. 11. 6
9, pluie.	24 heures	1.er 38. 4. 6	23, vent..	24 heures	1.er 38. 15. 6
		2.d 39. 1. 5			2.d 39. 12. 5
10, pluie.	24 heures	1.er 38. 5. 1	24, pluie.	24 heures	1.er 39. // 3
		2.d 39. 2. 1			2.d 39. 13. 5
11, pluie.	24 heures	1.er 38. 6. 7	25, pluie.	24 heures	1.er 39. 1. 5
		2.d 39. 3. 4			2.d 39. 13. 7
12, froid.	24 heures	1.er 38. 7. 5	26, sec...	24 heures	1.er 39. 1. 6
		2.d 39. 5. //			2.d 39. 14. 2
13, sec....	24 heures	1.er 38. 8. 7	27, vent..	24 heures	1.er 39. 3. //
		2.d 39. 6. 4			2.d 39. 15. 4
14, froid.	24 heures	1.er 38. 9. 6	28, pluie.	24 heures	1.er 39. 4. 1
		2.d 39. 6. 6			1.d 40. 1. //
15, pluie.	24 heures	1.er 38. 10. 2	29, beau.	24 heures	1.er 39. 4. 3
		2.d 39. 7. 4			2.d 40. 1. //
16, vent..	24 heures	1.er 38. 10. 7	30, sec...	24 heures	1.er 39. 5. 1
		2.d 39. 7. 7			2.d 40. 1. 7
17, pluie.	24 heures	1.er 38. 11. 4	Mai.. 1.er beau.	24 heures	1.er 39. 6. //
		2. 39. 8. 2			2.d 40. 2. 7

MOIS & JOURS.	TEMPS pendant lequel les bois ont reſté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.
1744.		liv. onc. gros.
Mai... 2, chaud.	24 heures	1.er 39. 6. 4 2.d 40. 4. 3
3, beau.	24 heures	1.er 39. 6. 7 2.d 40. 3. 7
4, beau.	24 heures	1.er 39. 7. 〃 2.d 40. 4. 7
5, beau.	24 heures	1.er 39. 7. 5 2.d 40. 4. 4
6, vent.	24 heures	1.er 39. 7. 4 2.d 40. 4. 1
7, pluie.	24 heures	1.er 39. 7. 5 2.d 40. 5. 3
8, pluie.	24 heures	1.er 39. 8. 5 2.d 40. 5. 3
9, ba u.	24 heures	1.er 39. 9. 2 2.d 40. 6. 〃
11, vent..	2 jours.	1.er 39. 9. 1 2.d 40. 5. 3
13, vent.	2 jours.	1.er 39. 9. 3 2.d 40. 5. 6
15, vent.	2 jours.	1.er 39. 9. 7 2.d 40. 5. 7
17, pluie.	2 jours.	1.er 39. 10. 5 2.d 40. 6. 3
19, pluie.	2 jours.	1.er 39. 11. 5 2.d 40. 7. 2
21, tonn.	2 jours.	1.er 39. 12. 5 2.d 40. 8. 3
1744.		liv. onc. gros.
Mai... 23, beau.	2 jours.	1.er 39. 13. 3 2.d 40. 9. 〃
25, pluie.	2 jours.	1.er 39. 14. 4 2.d 40. 10. 〃
27, beau.	2 jours.	1.er 40. 1. 1 2.d 40. 12. 3
29, beau.	2 jours.	1.er 40. 2. 〃 2.d 40. 12. 4
31, beau.	2 jours.	1.er 40. 1. 2 2.d 40. 12. 5
Juin... 2, ſec...	2 jours.	1.er 40. 2. 4 2.d 40. 13. 2
4, pluie.	2 jours.	1.er 40. 4. 1 2.d 40. 14. 1
6, ſec....	2 jours.	1.er 40. 5. 〃 2.d 40. 14. 7
8, ſec....	2 jours.	1.er 40. 5. 〃 2.d 40. 14. 5
10, ſec...	2 jours.	1.er 40. 5. 6 2.d 40. 〃 〃
12	2 jours.	1.er 40. 6. 5 2.d 41. 〃 4
14, chaud.	2 jours.	1.er 40. 7. 2 2.d 41. 1. 〃
16, pluie	2 jours.	1.er 40. 8. 3 2.d 41. 1. 5
18, couv.	2 jours.	1.er 40. 10. 1 2.d 41. 2. 7

MOIS & JOURS.	TEMPS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.
1744.		liv. onc. gros.
Juin... 20, pluie.	2 jours.	1.er 40. 10. 4 2.d 41. 3. 5
22, couv.	2 jours.	1.er 40. 11. 5 2.d 41. 5. 3
24, chaud.	2 jours.	1.er 40. 11. 7 2.d 41. 5. //
26, sec....	2 jours.	1.er 40. 13. // 2.d 41. 6. 2
28, sec....	2 jours.	1.er 40. 13. 3 2.d 41. 6. 5
30, sec....	2 jours.	1.er 40. 14 6 2.d 41. 6. 7
Juillet. 2, chaud.	2 jours.	1.er 40. 14. 1 2.d 41. 7. //
4, pluie.	2 jours.	1.er 40. 15. 3 2.d 41. 8. 5
6, pluie.	2 jours.	1.er 41. // 4 2.d 41. 8. 7
8, vent..	2 jours.	1.er 41. 1. // 2.d 41. 10. //

Le 10, on a été obligé de les changer de cuvier, deux cercles s'étant brisés.

MOIS & JOURS.	TEMPS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.
12, pluie.	4 jours.	1.er 41. 2. 6 2.d 41. 10. 6
16, pluie.	4 jours.	1.er 41. 4. 1 2.d 41. 12. //
20, pluie.	4 jours.	1.er 41. 5. // 2.d 41. 13. //

MOIS & JOURS.	TEMPS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.
1744.		liv. onc. gros.
Juillet. 24, couv.	4 jours.	1.er 41. 6. 6 2.d 41. 4. 5
28, beau.	4 jours.	1.er 41. 8. 4 2.d 42. // //
Août. 1.er, vent.	4 jours.	1.er 41. 9. 4 2.d 42. 1. //
5, couv.	4 jours.	1.er 41. 10. // 2.d 42. 2. 3
9, chal.	4 jours.	1.er 41. 11. 4 2.d 42. 3. 2
13, pluie.	4 jours.	1.er 41. 12. 1 2.d 42. 3. 7
17, vent.	4 jours.	1.er 41. 12. 7 2.d 42. 5. 3
21, pluie.	4 jours.	1.er 41. 13. 5 2.d 42. 5. 4
25, variab.	4 jours.	1.er 41. 14. 7 2.d 42. 6. 7
29, beau.	4 jours.	1.er 42. // 4 2.d 42. 7. 2
Sept. 2, beau.	4 jours.	1.er 42. 1. // 2.d 42. 8. //
6, beau.	4 jours.	1.er 42. 2. 4 2.d 42. 9. 2
10, variab.	4 jours.	1.er 42. 3. 5 2.d 42. 10. 5
14, beau.	4 jours.	1.er 42. 5. 3 2.d 42. 11. 4

MOIS & JOURS.	TEMPS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.
1744.		liv. onc. gros
Sept. 18, chaud.	4 jours.	1.er 42. 5. 4 2.d 42. 12. ″
22, beau.	4 jours.	1.er 42. 4. 7 2.d 42. 11. 6
26, chaud.	4 jours.	1.er 42. 5. 4 2.d 42. 12. 2
30, beau.	4 jours.	1.er 42. 6. 7 2.d 42. 13. 1
Octob. 4, vent.	4 jours.	1.er 42. 7. 4 2.d 42. 14. 2
8, pluie.	4 jours.	1.er 42. 7. 5 2.d 42. 14. 2
12, pluie.	4 jours.	1.er 42. 9. ″ 2.d 42. 15. ″
16, pluie.	4 jours.	1.er 42. 9. 6 2.d 43. ″ 3
20, pluie.	4 jours.	1.er 42. 10. 2 2.d 43. 1. 3
24, pluie.	4 jours.	1.er 42. 12. ″ 2.d 43. 2. 4
28, gelée.	4 jours.	1.er 42. 12. 2 2.d 43. 3. ″
Nov. 1.er, beau.	4 jours.	1.er 42. 12. 6 2.d 43. 3. 2
5, pluie.	4 jours.	1.er 42. 13. 2 2.d 43. 4. ″
9, beau.	4 jours.	1.er 42. 14. ″ 2.d 43. 4. 6
1744.		liv. onc. gros
Nov. 13, beau.	4 jours.	1.er 42. 14. 4 2.d 43. 5. 2
17, pluie.	4 jours.	1.er 42. 15. 2 2.d 43. 5. 6
21, variab.	4 jours.	1.er 43. ″ 2 2.d 43. 6. 2
25, beau.	4 jours.	1.er 43. 1. ″ 2.d 43. 7. ″
29, neige & gelée.	4 jours.	1.er 43. 2. . 2.d 43. 8. ″
Déc. 3, dégel.	4 jours.	1.er 43. 2. 2 2.d 43. 8. 2
7, variab.	4 jours.	1.er 43. 2. 6 2.d 43. 8. 4
11, gelée.	4 jours.	1.er 43. 3. ″ 2.d 43. 9. ″
15, pluie, neige.	4 jours.	1.er 43. 2. 6 2.d 43. 9. 6
19, pluie, brouill.	4 jours.	1.er 43. 3. 4 2.d 43. 9. 4
23, pluie, neige.	8 jours.	1.er 43. 3. 5 2.d 43. 10. ″
31, neige, dégel.	8 jours.	1.er 43. 5. ″ 2.d 43. 10. 6
1745. Janv... 8, brouil. & pluie.	8 jours.	1.er 43. 5. 4 2.d 43. 11. 2
16, gelée.	4 jours.	1.er 43. 7. 4 2.d 43. 13. 6

MOIS & JOURS.	TEMPS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois. (liv. onc. gros)
1745.		
Janv. 24, gelée, dégel[a].	8 jours.	1.er 43. 7. 3 2.d 43. 14. //
Février. 1.er neige	8 jours.	1.er 43. 7. 7 2.d 43. 15. 4
9, pluie..	8 jours.	1.er 43. 8. 3 2.d 43. 15. 3
17, pluie, vent, gelée.	8 jours.	1.er 43. 8. 3 2.d 44. // //
27, beau..	8 jours.	1.er 43. 9. 6 2.d 44. 1. //
Mars... 5, beau[b], gelée.	8 jours.	1.er 43. 11. 4 2.d 44. 4. //
13, gelée.	8 jours.	1.er 44. 12. 2 2.d 44. 5. //
21, vent..	8 jours.	1.er 43. 11. // 2.d 44. 3. 1
29, beau..	8 jours.	1.er 43. 11. // 2.d 44. 3. 2
Avril.. 6, sec.....	8 jours.	1.er 43. 11. 2 2.d 44. 3. 4
14, sec.....	8 jours.	1.er 43. 13. 4 2.d 44. 5. //
1745.		
Avril. 22, pluie.	8 jours.	1.er 43. 12. // 2.d 44. 6. //
30, beau..	8 jours.	1.er 43. 13. 2 2.d 44. 5. 3
Mai.... 8, pluie[c].	8 jours.	1.er 43. 14. 3 2.d 44. 7. 2
16 beau, pluie.	8 jours.	1.er 43. 15. // 2.d 44. 7. //
24, chaud, pluie.	8 jours.	1.er 44. 1. // 2.d 44. 8. 1
Juin.... 1.er, froid, giboul.	8 jours.	1.er 44. 2. 3 2.d 44. 8. 7
9, frais, chaud.	8 jours.	1.er 44. 3. // 2.d 44. 9. 4
17, frais, vent.	8 jours.	1.er 44. 2. // 2.d 44. 9. 7
25, pluie, vent.	8 jours.	1.er 44. 3. 4 2.d 44. 11. 1
Juillet. 3, pluie, chaud.	8 jours.	1.er 44. 3. 4 2.d 44. 11. 1
11, variab.	8 jours.	1.er 44. 4. 6 2.d 44. 11. 2

[a] Le baquet étoit entièrement gelé, il n'y avoit qu'une pinte d'eau qui ne fut point glacée. On avoit changé les bois deux jours auparavant pour relier le baquet.

[b] Les bois étoient si fort serrés par la glace qu'il a fallu y jeter de l'eau chaude. Ils ont passé la nuit dans la cuisine auprès de la cheminée, & ils ont été pesés douze heures après l'eau chaude mise dans ce cuvier.

[c] Il est visible ici que c'est la vicissitude du temps qui détermine le plus ou le moins d'augmentation, après un pareil nombre de jours; les bois ont considérablement augmenté cette fois, parce que les deux jours qui ont précédé celui qu'on les a pesés il a fait une pluie continuelle par un vent du Couchant, & le lendemain il a encore continué de pleuvoir un peu, & ensuite un temps couvert & humide.

MOIS & JOURS.	TEMPS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois. liv. onc. gros
1745.		
Juillet. 19, pluie, chaud.	8 jours.	1.er 44. 5. 5 2.d 44. 13. ″
27, beau..	8 jours.	1.er 44. 6. 6 2.d 44. 12. ″
Août.. 4, pluie..	8 jours.	1.er 44. 7. 4 2.d 44. 13. 4
12, pluie.	8 jours.	1.er 44. 8. 3 2.d 44. 14. 2
20, pluie.	8 jours.	1.er 44. 9. ″ 2.d 44. 15. 1
28, pluie, beau.	8 jours.	1.er 44. 10. 1 2.d 45. 1. ″
Sept... 5, beau..	16 jours.	1.er 44. 10. 4 2.d 45. 2. 4
21, beau..	16 jours.	1.er 44. 11. 6 2.d 45. 4. 1
Octob. 7, sec.....	16 jours.	1.er 44. 13. 1 2.d 45. 5. 7
23, beau..	16 jours.	1.er 44. 15. 6 2.d 45. 6. 1
Nov... 8, variab.	16 jours.	1.er 45. 1. 4 2.d 45. 8. 2
24, humid.	16 jours.	1.er 45. 4. ″ 2.d 45. 9. ″
Déc.... 10, gelée.	16 jours.	1.er 45. 4. 6 2.d 45. 10. 1
26, humid.	16 jours.	1.er 45. 5. ″ 2.d 45. 10. 4
1746.		
Janv. 11, variab.	16 jours.	1.er 45. 4. 4 2.d 45. 9. ″
27, gelée, pluie.	16 jours.	1.er 45. 6. 8 2.d 45. 12. ″
Févr.. 12, pluie, neige.	16 jours.	1.er 45. 6. 4 2.d 45. 12. ″
28, dégel.	16 jours.	1.er 45. 8. ″ 2.d 45. 12. 4
Mars... 16, gelée, dégel.	16 jours.	1.er 45. 9. ″ 2.d 45. 13. ″
Avril.. 1.er vent, neige.	16 jours.	1.er 45. 9. ″ 2.d 45. 13. ″
17, sec.....	16 jours.	1.er 45. 9. ″ 2.d 45. 14. ″
Mai.... 3, variab.	16 jours.	1.er 45. 10. ″ 2.d 45. 13. ″
19, sec & chaud.	16 jours.	1.er 45. 10. ″ 2.d 46. ″ ″
Juin... 4, pluie..	16 jours.	1.er 45. 9. 4 2.d 45. 14. 2
20, variab.	16 jours.	1.er 45. 10. 6 2.d 46. ″ ″
Juillet. 6, variab. chaud.	16 jours.	1.er 45. 10. 5 2.d 46. ″ 1
22, sec....	16 jours.	1.er 45. 10. 5 2.d 46. ″ ″
Août.. 7, humid.	16 jours.	1.er 45. 12. ″ 2.d 46. ″ 7

MOIS & JOURS.	TEMPS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.
		liv. onc. gros.
1746.		
Août.. 23, chaud.	16 jours.	1.er 45. 15. 3
		2.d 46. 2. 5
Sept... 8, pluie..	16 jours.	1.er 45. 15. 6
		2.d 46. 3. //
24, sec.....	16 jours.	1.er 46. // 6
		2.d 46. 3. 6
Octob. 10, humid.	16 jours.	1.er 46. 1. 3
		2.d 46. 4. 3
26, beau.	16 jours.	1.er 46. 1. //
		2.d 46. 5. //
Nov... 11, variab.	16 jours.	1.er 46. 2. //
		2.d 46. 6. //
27, frimats	16 jours.	1.er 46. 3. 1
		2.d 46. 6. 6
Déc.... 13, humid.	16 jours.	1.er 46. 4. 4
		2.d 46. 7. 4
29, humid.	16 jours.	1.er 46. 3. //
		2.d 46. 7. //
1747. Janv... 14, gelée.	16 jours.	1.er 46. 3. //
		2.d 46. 8. //
30, humid.	16 jours.	1.er 46. 2. //
		2.d 46. 7. //
Févr... 15, tempé.	16 jours.	1.er 46. 1. 2
		2.d 46. 6. //
Mars... 3, dégel.	16 jours.	1.er 46. 3. //
		2.d 46. 8. //
19, froid..	16 jours.	1.er 46. 2. 8
		2.d 46. 8. 8
1747.		
Avril.. 4, pluie..	16 jours.	1.er 46. 5. 1
		2.d 46. 9. 5
20, sec....	16 jours.	1.er 46. 4. 7
		2.d 46. 8. 1
Mai.... 6, tempé.	16 jours.	1.er 46. 6. 4
		2.d 46. 9. 4
22, variab.	16 jours.	1.er 46. 7. 5
		2.d 46. 9. //
Juin.... 7, pluv..	16 jours.	1.er 46. 8. 2
		2.d 46. 10. 3
23, tempé. pluvieux.	16 jours.	1.er 46. 9. 1
		2.d 46. 12. 1
Juillet 9, variab.	16 jours.	1.er 46. 10. //
		2.d 46. 13. //
25, chaud & humide.	16 jours.	1.er 46. 12. //
		2.d 46. 14. 4
Août.. 10, chaud, vent.	16 jours.	1.er 46. 11. //
		2.d 46. 13. 2
26, chaud, pluie.	16 jours.	1.er 46. 12. //
		2.d 46. 15. //
Sept.. 11, sec.....	16 jours.	1.er 46. 11. //
		2.d 46. 13. //
27, pluv...	16 jours.	1.er 46. 11. //
		2.d 46. 13. 4
Octob. 27, beau, couvert.	30 jours.	1.er 46. 12. //
		2.d 46. 15. //
Nov.. 27, bruines pend. 8j.	30 jours.	1.er 46. 14. //
		2.d 47. // 4

MOIS & JOURS.	TEMPS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.	MOIS & JOURS.	TEMPS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.
1747.		*liv. onc. gros.*	1749.		*liv. onc. gros.*
Déc....27, pluv...	30 jours.	1.er 46. 15. // 2.d 47. 1. 7	Févr... 27, pluie, ensuite sec.	30 jours.	1.er 47. 6. // 2.d 47. 8. 2
1748. Janv... 27, gelée, neige & degel.	30 jours.	1.er 47. // // 2.d 47. 2. //	Mars...27, pluv.	30 jours.	1.er 47. 8. // 2.d 47. 9. 4
Févr...27, dégel & doux.	30 jours.	1.er 47. 1. // 2.d 47. 2. 4	Avril...27, vent..	30 jours.	1.er 47. 7. // 2.d 47. 9. //
Mars...27, froid..	30 jours.	1.er 47. // 4 2.d 47. 4. //	Mai.....27, chaud	30 jours.	1.er 47. 6. // 2.d 47. 8. //
Avril..27, froid & pluv.	30 jours.	1.er 47. 2. // 2.d 47. 3. //	Juin....27, variab.	30 jours.	1.er 47. 6. 4 2.d 47. 8. //
Mai....27, sec & froid.	30 jours.	1.er 47. 2. // 2.d 47. 4. //	Juillet.27, variab.	30 jours.	1.er 47. 7. 2 2.d 47. 8. 2
Juin....27, sec....	30 jours.	1.er 46. 14. // 2.d 47. 1. //	Août..27, pluv...	30 jours.	1.er 47. 10. // 2.d 47. 11. //
Juillet.27, chaleur & pluie.	30 jours.	1.er 46. 16. 2 2.d 47. 2. 1	Sept....27, sec....	30 jours.	1.er 47. 8. // 2.d 47. 10. //
Août..27, chaleur brouillards.	30 jours.	1.er 47. 2. // 2.d 47. 4. //	Octob.27, sec....	30 jours.	1.er 47. 6. // 2.d 47. 7. //
Sept...27, pluv.	30 jours.	1.er 47. 3. // 2.d 47. 5. 5	Nov...27, pluv...	30 jours.	1.er 47. 12. // 2.d 48. // //
Octob. 27, hum.	30 jours.	1.er 47. 7. 3 2.d 47. 7. 4	Déc....27, gelée, degel.	30 jours.	1.er 47. 14. // 2.d 47. 15. //
Nov...27, gelée.	30 jours.	1.er 47. 4. 1 2.d 47. 7. 4	1750. Janv... 27, humid.	30 jours.	1.er 47. 15. // 2.d 47. 15. 4
Déc....27, pluie & vent.	30 jours.	1.er 47. 4. 4 2.d 47. 6. 7	Févr....27, variab.	30 jours.	1.er 47. 15. 4 2.d 47. 15. 6
1749. Janv...27, pluv...	30 jours.	1.er 47. 6. 4 2.d 47. 7. 4	Mars...27, beau...	30 jours.	1.er 47. 14. // 2.d 48. 2. //

MOIS & JOURS.	TEMPS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.	MOIS & JOURS.	TEMPS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.
1750.		*liv. onc. gros.*	1751.		*liv. onc. gros.*
Avril...27, sec...	30 jours.	1.er 47. 12. 4 2.d 47. 13. 4	Juin...27, chal...	30 jours.	1.er 48. 8. ″ 2.d 48. 12. ″
Mai.....27, pluv..	30 jours.	1.er 47. 14. ″ 2.d 47. 15. ″	Août..27, tempé.	60 jours.	1.er 48. 7. ″ 2.d 48. 8. ″
Juin... 27, bruine.	30 jours.	1.er 47. 13. 4 2.d 47. 13. 4	Octob.27, pluv..	60 jours.	1.er 49. ″ ″ 2.d 49. ″ ″
Juillet.27, chal...	30 jours.	1.er 47. 13. ″ 2.d 47. 14. ″	Déc....27, gelée.	60 jours.	1.er 48. 10. ″ 2.d 48. 10. ″
Août..27, pluv..	30 jours.	1.er 48. ″ ″ 2.d 48. ″ ″	1752. Fév.....27, varia..	60 jours.	1.er 48. 9. ″ 2.d 48. 11. ″
Sept...27. bruine.	30 jours.	1.er 48. 1. ″ 2.d 48. 1. ″	Avril...27, sec....	60 jours.	1.er 48. 6. ″ 2.d 48. 6. ″
Octob.27, beau, couvert.	30 jours.	1.er 48. 1. ″ 2.d 48. 1. ″	Juin....27, chaud, pluvieux.	60 jours.	1.er 48. 8. ″ 2.d 48. 8. ″
Nov...27, pluv...	30 jours.	1.er 48. 2. ″ 2.d 48. 2. ″	Août.. 27, variab.	60 jours.	1.er 48. 10. ″ 2.d 48. 10. ″
1751*. Janv...27, pluv...	61 jours.	1.er 48. 10. ″ 2.d 48. 13. ″	Octob.27, beau..	60 jours.	1.er 48. 10. 4 2.d 48. 11. 4
Févr... 27, gelée.	30 jours.	1.er 48. 9. ″ 2.d 48. 10. ″	Déc....27, pluv..	60 jours.	1.er 48. 11. ″ 2.d 48. 12. ″
Mars...27, pluv...	30 jours.	1.er 48. 13. ″ 2.d 48. 14. ″	1753. Févr...27, humid. doux.	60 jours.	1.er 48. 10. 4 2.d 48. 11. 6
Avril..27, pluie.	30 jours.	1.er 48. 13. ″ 2.d 48. 14. ″	Avril...27, pluv..	60 jours.	1.er 48. 11. 4 2.d 48. 12. ″
Mai.....27, variab.	30 jours.	1.er 48. 13. ″ 2.d 48. 13. ″			

* On a oublié de peser les deux morceaux de bois dans le mois de décembre.

On

On voit par cette expérience qui a duré vingt ans :

1.° Qu'après le deſſéchement à l'air pendant dix ans, & enſuite au Soleil & au feu pendant dix jours, le bois de chêne parvenu au dernier degré de ſon deſſéchement, perd plus d'un tiers de ſon poids lorſqu'on le travaille tout verd, & moins d'un tiers lorſqu'on le garde dans ſon écorce pendant un an avant de le travailler. Car le morceau de la première expérience s'eſt en dix ans réduit de 45 livres 10 onces à 29 livres 6 onces 7 gros ; & le morceau de la ſeconde expérience s'eſt réduit en neuf ans, de 42 livres 8 onces à 29 livres 6 onces :

2.° Que le bois gardé dans ſon écorce avant d'être travaillé, prend plus promptement & plus abondamment l'eau, & par conſéquent l'humidité de l'air, que le bois travaillé tout verd. Car le premier morceau qui peſoit 29 livres 6 onces 7 gros lorſqu'on l'a mis dans l'eau, n'a pris en une heure que 2 livres 8 onces 3 gros, tandis que le ſecond morceau qui peſoit 29 livres 6 onces, a pris dans le même temps 3 livres 6 onces. Cette différence dans la plus prompte & la plus abondante imbibition, s'eſt ſoutenue très-long-temps. Car au bout de vingt-quatre heures de ſéjour dans l'eau, le premier morceau n'avoit pris que 4 livres 15 onces 7 gros, tandis que le ſecond a pris dans le même temps 5 livres 4 onces 6 gros. Au bout de huit jours le premier morceau n'avoit pris que 7 livres 1 once 2 gros, tandis que le

ſecond a pris dans le même temps 7 livres 12 onces 2 gros. Au bout d'un mois le premier morceau n'avoit pris que 8 livres 12 onces, tandis que le ſecond a pris dans le même temps 9 livres 11 onces 2 gros. Au bout de trois mois de ſéjour dans l'eau, le premier morceau n'avoit pris que 10 livres 14 onces 1 gros, tandis que le ſecond a pris dans le même temps 11 livres 8 onces 5 gros. Enſin ce n'a été qu'au bout de quatre ans ſept mois, que les deux morceaux ſe ſont trouvés à très-peu-près égaux en peſanteur :

3.° Qu'il a fallu vingt mois pour que ces morceaux de bois, d'abord deſſéchés juſqu'au dernier degré, aient repris dans l'eau autant d'humidité qu'ils en avoient ſur pied & au moment qu'on venoit d'abattre l'arbre dont ils ont été tirés. Car au bout de ces vingt mois de ſéjour dans l'eau, ils peſoient 45 livres quelques onces, à peu-près autant que quand on les a travaillés :

4.° Qu'après avoir pris pendant vingt mois de ſéjour dans l'eau autant d'humidité qu'ils en avoient d'abord, ces bois ont continué à pomper l'eau pendant cinq ans. Car au mois d'octobre 1751, ils peſoient tous deux également 49 livres. Ainſi le bois plongé dans l'eau, tire non-ſeulement autant d'humidité qu'il contenoit de sève, mais encore près d'un quart au-delà ; & la différence en poids de l'entier deſſéchement à la pleine imbibition, eſt de trente à cinquante, ou de trois à cinq environ. Un

morceau de bois bien ſec qui ne pèſe que 3 livres, en peſera 5 lorſqu'il aura ſéjourné pluſieurs années dans l'eau :

5.° Lorſque l'imbibition du bois dans l'eau eſt plénière, le bois ſuit au fond de l'eau les viciſſitudes de l'atmoſphère, il ſe trouve toujours plus peſant lorſqu'il pleut, & plus léger lorſqu'il fait beau, comme on le voit par les peſées de ces bois dans les dernières années des expériences, en 1751, 1752 & 1753; en ſorte qu'on pourroit dire, avec juſte raiſon, qu'il fait plus humide dans l'eau lorſqu'il pleut que quand il fait beau temps.

EXPÉRIENCE VIII.

Pour reconnoître la différence de l'imbibition des bois, dont la ſolidité eſt plus ou moins grande.

LE 2 avril 1735, j'ai fait prendre dans un chêne âgé de ſoixante ans, qui venoit d'être abattu, trois petits cylindres, l'un dans le centre de l'arbre, le ſecond à la circonférence du bois parfait, & l'autre dans l'aubier; ces trois cylindres peſoient chacun 985 grains. Je les ai mis dans un vaſe rempli d'eau douce tous trois en même temps, & je les ai peſés tous les jours pendant un mois, pour voir dans quelle proportion ſe faiſoit leur imbibition.

TABLE de l'imbibition de ces trois cylindres de bois.

DATES des PESÉES.	POIDS DES TROIS CYLINDRES.			DATES des PESÉES.	POIDS DES TROIS CYLINDRES.		
	CŒUR.	Circonfer. du CŒUR.	AUBIER.		CŒUR.	Circonfer. du CŒUR.	AUBIER.
1735.	*grains.*	*grains.*	*grains.*	1735.	*grains.*	*grains.*	*grains.*
Avril.... le 2......	98[illegible].	985.	9[illegible]5.	Avril... 22, couv..	1057½.	1075½.	1078½.
3 à 6 mat.	1011.	1016.	1065.	23, couv..	10[illegible]8.	1077.	1074½.
4......	1021.	1027.	1065.	24, sec...	1059.	1078½.	1074.
5, pluie..	1023.	1034.	1073½.	25, sec...	1060.	1079.	1074.
6, humid.	1030.	1040.	1081.	29, sec...	1065.	1087.	1074½.
7, humid.	1035.	1044.	1083.	Mai... 5, chaud..	1068½.	1091.	1071.
8, p[illegible]..	1036.	1048.	1088½.	9, sec...	1072.	1093.	1071.
9, humid.	1037.	1051.	10[illegible]0.	13, chaud..	1073.	1095½.	1070.
10, couv..	10[illegible]9.	1055.	1092½.	21, pluie..	1075.	1101.	1070.
11, sec..	1040.	1056.	1084.	25, pluie..	1077½.	1103½.	1084.
12, sec...	1042.	1059.	1078.	Juin... 2, sec...	1078.	1103½.	1071.
13, sec...	1045.	1061.	1078½.	10, humid.	1082.	1108.	1078½.
14, couv..	1048½.	1064.	1079½.	18, sec...	1080.	1105.	1064.
15, sec...	1050¾.	1065.	1078.	Juillet... 6, pluie..	1088.	1109.	1069.
16, chaud..	1051.	1066.	1074.	15, pluie..	1096.	1112.	1077.
17, chaud..	1051½.	1067.	1072.	25, pluie..	1113.	1126.	1098.
18, sec...	1052.	1068.	1073.	Août... 25, sec...	1112.	1122.	1065.
19, sec...	1053.	1069.	1071.	Septem. 25, pluie..	1120.	1126.	1092.
20, couv..	1056.	1072.	1072.	Octobr. 25, pluie..	1128.	1130.	1124.
21, pluie...	1057.	1073.	1079.				

Cette expérience présente quelque chose de fort singulier ; on voit que pendant le premier jour l'aubier qui est le moins solide des trois morceaux, tire 80 grains pesant d'eau, tandis que le morceau de la circonférence du cœur n'en tire que 31, le morceau du centre 26;

& que le lendemain ce même morceau d'aubier cesse de tirer l'eau, en sorte que pendant vingt-quatre heures entières son poids n'a pas augmenté d'un seul grain, tandis que les deux autres morceaux continuent à tirer l'eau & à augmenter de poids; & en jetant les yeux sur la Table de l'imbibition de ces trois morceaux, on voit que celui du centre & celui de la circonférence, prennent des augmentations de pesanteur depuis le 2 avril jusqu'au 10 juin, au lieu que le morceau d'aubier augmente & diminue de pesanteur par des variations fort irrégulières. Il a été mis dans l'eau le 1.er avril à midi, le ciel étoit couvert & l'air humide; ce morceau pesoit comme les deux autres 985 grains. Le lendemain à dix heures du matin, il pesoit 1065 grains; ainsi en dix-huit heures il avoit augmenté de 80 grains, c'est-à-dire, environ $\frac{1}{12}$ de son poids total. Il étoit naturel de penser qu'il continueroit à augmenter de poids, cependant au bout de dix-huit heures il a cessé tout d'un coup de tirer de l'eau, & il s'est passé vingt-quatre heures sans qu'il ait augmenté, ensuite ce morceau d'aubier a repris de l'eau, & a continué d'en tirer pendant six jours, en sorte qu'au 10 avril il avoit tiré 107 grains $\frac{1}{2}$ d'eau; mais les deux jours suivans, le 11 & le 12, il a reperdu 14 grains $\frac{1}{2}$, ce qui fait plus de la moitié de ce qu'il avoit tiré les six jours précédens; il a demeuré presque stationnaire & au même point pendant les trois jours suivans, les 13, 14 & 15, après quoi il a continué à rendre l'eau qu'il a tirée,

en ſorte que le 19 du même mois, il ſe trouve qu'il avoit rendu 21 grains $\frac{1}{2}$ depuis le 10. Il a diminué encore plus aux 13 & 21 du mois ſuivant, & encore plus au 18 de juin, car il ſe trouve qu'il a perdu 28 grains $\frac{1}{2}$ depuis le 10 avril. Après cela il a augmenté pendant le mois de juillet, & au 25 de ce mois il s'eſt trouvé avoir tiré en total 113 grains peſant d'eau. Pendant le mois d'août il en a repris 33 grains; & enfin il a augmenté en ſeptembre & ſur-tout en octobre ſi conſidérablement, que le 25 de ce dernier mois, il avoit tiré en total 139 grains.

Une expérience que j'avois faite dans une autre vue a confirmé celle-ci, je vais en rapporter le détail pour en faire la comparaiſon.

J'avois fait faire quatre petits cylindres d'aubier de l'arbre dont j'avois tiré les petits morceaux de bois qui m'ont ſervi à l'expérience rapportée ci-deſſus. Je les avois fait travailler le 8 avril, & je les avois mis dans le même vaſe. Deux de ces petits cylindres avoient été coupés dans le côté de l'arbre qui étoit expoſé au nord lorſqu'il étoit ſur pied, & les deux autres petits cylindres avoient été pris dans le côté de l'arbre qui étoit expoſé au midi. Mon but dans cette expérience, étoit de ſavoir ſi le bois de la partie de l'arbre qui eſt expoſée au midi, eſt plus ou moins ſolide que le bois qui eſt expoſé au nord. Voici la proportion de leur imbibition.

TABLE de l'imbibition de ces quatre cylindres.

TES des SÉES.	POIDS DES MORCEAUX Septentrionaux.		POIDS DES MORCEAUX Méridionaux.		DATES des PESÉES.	POIDS DES MORCEAUX Septentrionaux.		POIDS DES MORCEAUX Méridionaux.	
	L'un.	L'autre.	L'un.	L'autre.		L'un.	L'autre.	L'un.	L'autre.
35.	*grains.*	*grains.*	*grains.*	*grains.*	1735.	*grains.*	*grains.*	*grains.*	*grains.*
... 8.	64.	64.	64.	64.	Avril... 21.	$78\frac{1}{4}$.	77.	75.	75.
9.	$76\frac{1}{4}$.	76.	$73\frac{1}{2}$.	$73\frac{1}{2}$.	25.	77.	76.	74.	74.
10.	$76\frac{1}{2}$.	76.	$73\frac{3}{4}$.	$73\frac{1}{2}$.	29.	$77\frac{1}{2}$.	$76\frac{1}{2}$.	$74\frac{1}{4}$.	74.
11.	$76\frac{3}{4}$.	76.	74.	74.	Mai.... 5.	$77\frac{1}{2}$.	$76\frac{1}{2}$.	74.	74.
12.	77.	76.	74.	74.	13.	$77\frac{3}{4}$.	$77\frac{1}{2}$.	74.	74.
13.	$77\frac{3}{4}$.	$76\frac{1}{2}$.	$74\frac{1}{2}$.	$74\frac{1}{2}$.	28.	78.	77.	75.	75.
14.	$76\frac{3}{4}$.	$76\frac{1}{4}$.	75.	$74\frac{1}{2}$.	Juin... 30.	78.	$76\frac{3}{4}$.	75.	75.
15.	$77\frac{1}{4}$.	77.	$75\frac{1}{4}$.	$75\frac{1}{4}$.	Juillet.. 25.	$80\frac{1}{2}$.	80.	$78\frac{1}{2}$.	78.
16.	77.	$76\frac{1}{4}$.	$74\frac{1}{2}$.	$74\frac{1}{2}$.	Août...25.	$76\frac{3}{4}$.	$76\frac{1}{4}$.	$74\frac{3}{4}$.	74.
17.	$76\frac{1}{2}$.	76.	$74\frac{1}{4}$.	$73\frac{3}{4}$.	Septemb. 25.	$80\frac{3}{4}$.	$80\frac{1}{4}$.	$79\frac{1}{2}$.	$79\frac{1}{4}$.
18.	77.	$76\frac{1}{4}$.	$74\frac{1}{4}$.	$73\frac{3}{4}$.	Octobre..25.	$84\frac{1}{4}$.	84.	83.	83.
19.	77.	76.	74.	$73\frac{3}{4}$.					

Cette expérience s'accorde avec l'autre, & on voit que ces quatre morceaux d'aubier augmentent & diminuent de poids les mêmes jours que le morceau d'aubier de l'autre expérience augmente ou diminue, & que par conséquent il y a une cause générale qui produit ces variations. On en sera encore plus convaincu après avoir jeté les yeux sur la Table suivante.

Le 11 avril de la même année, j'ai pris un morceau d'aubier du même arbre qui pesoit, avant que d'avoir été mis dans l'eau, 7 onces 3 gros. Voici la proportion de son imbibition.

MOIS & JOURS.		POIDS du morceau.	MOIS & JOURS.		POIDS du morceau.
1735.		*onces.*	1735.		*onces.*
Avril....	11.	$7 \frac{24}{36}$.	Avril....	21.	$7 \frac{56}{64}$.
	12.	$7 \frac{50}{64}$.		25.	$7 \frac{56}{64}$.
	13.	$7 \frac{56}{64}$.	Mai.....	5.	$7 \frac{56}{64}$.
	14.	$7 \frac{56}{64}$.		25.	$7 \frac{58}{64}$.
	15.	7 [illegible].	Juin....	25.	$7 \frac{58}{64}$.
	16.	$7 \frac{58}{64}$.	Juillet....	25.	$8 \frac{6}{64}$.
	17.	$7 \frac{56}{64}$.	Août....	25.	$7 \frac{58}{64}$.
	18.	$7 \frac{54}{64}$.	Septembre	25.	$7 \frac{62}{64}$.
	19.	$7 \frac{55}{64}$.	Octobre..	25.	$8 \frac{8}{64}$.

Cette expérience confirme encore les autres, & on ne peut pas douter, à la vue de ces Tables, des variations ſingulières qui arrivent au bois dans l'eau. On voit que tous ces morceaux de bois ont augmenté conſidérablement au 25 juillet, qu'ils ont tous diminué conſidérablement au 25 août, & qu'enſuite ils ont tous augmenté encore plus conſidérablement aux mois de ſeptembre & d'octobre.

Il eſt donc très-certain que le bois plongé dans l'eau, en tire & rejette alternativement dans une proportion dont les quantités ſont très-conſidérables par rapport au total de l'imbibition; ce fait après que je l'eus abſolument vérifié m'étonna. J'imaginai d'abord que ces variations pouvoient dépendre de la peſanteur de l'air; je penſai que l'air étant plus peſant dans le temps qu'il

fait

fait ſec & chaud, l'eau chargée alors d'un plus grand poids, devoit pénétrer dans les pores du bois avec une force plus grande, & qu'au contraire lorſque l'air eſt plus léger, l'eau qui y étoit entrée par la force du plus grand poids de l'atmoſphère pouvoit en reſſortir; mais cette explication ne va pas avec les obſervations, car il paroît au contraire par les Tables précédentes, que le bois dans l'eau augmente toujours de poids dans les temps de pluie, & diminue conſidérablement dans les temps ſecs & chauds: & c'eſt ce qui me fit propoſer, quelques années après, à M. Dalibard, de faire ces expériences ſur le bois plongé dans l'eau, en comparant les variations de la peſanteur du bois avec les mouvemens du baromètre, du thermomètre & de l'hygromètre, ce qu'il a exécuté avec ſuccès & publié dans le premier volume des Mémoires Étrangers, imprimés par ordre de l'Académie.

EXPÉRIENCE IX.

Sur l'imbibition du bois vert.

LE 9 avril 1735, j'ai pris dans le centre d'un chêne abattu le même jour, âgé d'environ ſoixante ans, un morceau de bois cylindrique qui peſoit 11 onces; je l'ai mis tout de ſuite dans un vaſe plein d'eau, que j'ai eu ſoin de tenir toujours rempli à la même hauteur.

TABLE de l'imbibition de ce morceau de cœur de chêne (a).

ANNÉE, MOIS & JOURS.		POIDS du cœur de chêne.	ANNÉE, MOIS & JOURS.		POIDS du cœur de chêne.
1735.		*onces.*	1735.		*onces.*
Avril. . . .	9.	11.	Avril. . . .	22.	11 $\frac{36}{64}$.
	10.	11 [illegible].		25.	11 $\frac{37}{64}$.
	11.	11 $\frac{24}{64}$.		29.	11 $\frac{40}{64}$.
	12.	11 [illegible].	Mai	5.	11 $\frac{42}{64}$.
	13.	11 [illegible].		13.	11 $\frac{46}{64}$.
	14.	11 [illegible].		29.	11 $\frac{54}{64}$.
	15.	11 $\frac{32}{64}$.	Juin	14.	11 $\frac{58}{64}$.
	16.	11 $\frac{34}{64}$.		30.	11 $\frac{58}{64}$.
	17.	11 $\frac{34}{64}$.	Juillet. . . .	25.	11 [illegible]. (b)
	18.	11 $\frac{34}{64}$.	Août . . .	25.	11 $\frac{60}{64}$.
	19.	11 $\frac{34}{64}$.	Septembre.	25.	12.
	20.	11 $\frac{34}{64}$.	Octobre. . .	25.	12 $\frac{6}{64}$.
	21.	11 [illegible].			

Il paroît par cette expérience, qu'il y a dans le bois une matiere grasse que l'eau dissout fort aisément; il paroît aussi qu'il y a des parties de fer dans cette matiere grasse qui donnent la couleur noire.

On voit que le bois qui vient d'être coupé, n'augmente pas beaucoup en pesanteur dans l'eau, puisqu'en six mois

(a) L'eau, quoique changée très-souvent, prenoit une couleur noire peu de temps après que le bois y étoit plongé; quelquefois cette eau étoit recouverte d'une espèce de pellicule huileuse, & le bois a toujours été gluant jusqu'au 29 avril, quoique l'eau se soit clarifiée quelques jours auparavant.

(b) On voit que dans les temps auxquels les aubiers des expériences précédentes, diminuent au lieu d'augmenter de pesanteur dans l'eau, le bois de cœur de chene n'augmente ni ne diminue.

l'augmentation n'eſt ici que d'une douzième partie de la peſanteur totale.

EXPÉRIENCE X.

Sur l'imbibition du bois ſec, tant dans l'eau douce que dans l'eau ſalée.

Le 22 avril 1735, j'ai pris dans une ſolive de chêne, travaillée plus de vingt ans auparavant, & qui avoit toujours été à couvert, deux petits parallélipipèdes d'un pouce d'équarriſſage, ſur deux pouces de hauteur. J'avois auparavant fait fondre dans une quantité de 15 onces d'eau, une once de ſel marin; après avoir peſé les morceaux de bois dont je viens de parler, & avoir écrit leur poids qui étoit de 450 grains chacun, j'ai mis l'un de ces morceaux dans l'eau ſalée, & l'autre dans une égale quantité d'eau commune.

Chaque morceau peſoit, avant que d'être dans l'eau, 450 grains; ils y ont été mis à cinq heures du ſoir, & on les a laiſſé ſurnager librement.

TABLE de l'imbibition de ces deux morceaux de bois.

ANNÉE, MOIS & JOURS.	POIDS du bois imbibé d'eau commune.	POIDS du bois imbibé d'eau ſalée.	ANNÉE, MOIS & JOURS.	POIDS du bois imbibé d'eau commune.	POIDS du bois imbibé d'eau ſalée.
[1]735.	*grains.*	*grains.*	1735.	*grains.*	*grains.*
[A]vril. . 22 à 7h du ſoir.	485.	481.	Avril. . . à 6h du ſoir.	521 ½.	502.
à 10h du ſoir.	495.	487.	24 à 6h du mat.	531 ½.	509 ½.
23 à 6h du mat.	506 ½.	495.	25 même heure	547.	517 ½.*

Il s'étoit formé de petits criſtaux de ſel tout autour du morceau, un peu au deſſous de la ligne de l'eau dans laquelle il ſurnageoit.

ANNÉE, MOIS & JOURS.	POIDS du bois imbibé d'eau commune.	POIDS du bois imbibé d'eau salée.	ANNÉE, MOIS & JOURS.	POIDS du bois imbibé d'eau commune.	POIDS du bois imbibé d'eau salée.
1735.	grains.	grains.	1735.	grains.	grains.
Avril. . 26	560.	528.	Mai. . . 17	682.	616.
27 à 6h du mat.	573.	533.	21	684.	625.
28	582.	539 ½.	29	704.	630.
29	589 ½.	545 ½.	Juin. . . 6	712 ½.	640.
30	598.	549.	14	732.	648.
Mai. . . 1.er	603.	551.	30	753 ½.	663 ½.
2	609 ½.	553 ½.	Juillet. . 25	770.	701.
5	628.	585.	Aout. . 25	782 ½.	736.
9	648 ½	597.	Septem. 25	788 ½.	756 ½.
13	667.	607.	Octobre 25	796 ½.	760.

J'ai obſervé dans le cours de cette expérience, que le bois devient plus gliſſant & plus huileux dans l'eau douce que dans l'eau ſalée; l'eau douce devient auſſi plus noire. Il ſe forme dans l'eau ſalée de petits criſtaux qui s'attachent au bois ſur la ſurface ſupérieure, c'eſt-à-dire, ſur la ſurface qui eſt la plus voiſine de l'air. Je n'ai jamais vu de criſtaux ſur la ſurface inférieure. On voit par cette expérience, que le bois tire l'eau douce en plus grande quantité que l'eau ſalée. On en ſera convaincu en jetant les yeux ſur les Tables ſuivantes.

Le même jour 22 avril, j'ai pris dans la même ſolive ſix morceaux de bois d'un pouce d'équarriſſage, qui peſoient chacun 430 grains; j'en ai mis trois dans 45 onces d'eau ſalée de 3 onces de ſel, & j'ai mis les trois autres dans 45 onces d'eau douce & dans des vaſes

ſemblables. Je les avois numérotés ; 1, 2, 3, étoient dans l'eau ſalée ; & les numéros 4, 5, 6, étoient dans l'eau douce.

TABLE de l'imbibition de ces ſix morceaux.

Nota. Avant d'avoir été mis dans l'eau, ils peſoient tous 430 grains, on les a mis dans l'eau à cinq heures & demie du ſoir.

MOIS & JOURS des PESÉES.	POIDS des numéros 1, 2, 3.	POIDS des numéros 4, 5, 6.	MOIS & JOURS des PESÉES.	POIDS des numéros 1, 2, 3.	POIDS des numéros 4, 5, 6.
1735.	*grains.*	*grains.*	1735.	*grains.*	*grains.*
Avril.. 22 à 6 heures & demie.	450...	454.	Avril.. 25	490 $\frac{3}{4}$..	518 $\frac{1}{2}$.
	449 $\frac{1}{2}$..	452.		486 $\frac{1}{2}$..	516.
	448 $\frac{1}{2}$..	451.		485 $\frac{1}{2}$..	513.
à 7 heures & demie.	453...	459.	26	501...	532.
	452...	458.		497...	529.
	451...	455 $\frac{1}{2}$.		495...	527 $\frac{1}{2}$.
à 8 heures & demie.	456...	463.	27	507 $\frac{1}{2}$..	545.
	455...	462.		504...	540.
	453...	459 $\frac{1}{2}$.		499 $\frac{1}{2}$..	539.
à 9 heures & demie.	458...	466.	28	514...	555.
	457...	465.		509...	552.
	455...	462.		505 $\frac{1}{2}$..	551.
22 à 6 heures du matin.	467...	479 $\frac{1}{2}$.	29	517...	560 $\frac{1}{2}$.
	464...	476 $\frac{1}{2}$.		513...	557 $\frac{1}{2}$.
	463...	475.		507...	555 $\frac{1}{2}$.
à 6 heures du ſoir.	475...	494 $\frac{1}{2}$.	30	522...	571.
	474...	491.		520 $\frac{1}{2}$..	568.
	471...	488.		512 $\frac{1}{2}$..	567.
24, même heure.	482...	505 $\frac{1}{2}$.	Mai... 1.er	527...	575.
	480...	503.		525...	571 $\frac{1}{2}$.
	479...	501.		515...	570.

MOIS & JOURS des PESÉES.	POIDS des numéros 1, 2, 3.	POIDS des numéros 4, 5, 6.	MOIS & JOURS des PESÉES.	POIDS des numéros 1, 2, 3.	POIDS des numéros 4, 5, 6.
1735.	grains.	grains.	1735.	grains.	grains.
Mai... 2 à 6 heures du soir.	530 ½...	582.	Juin... 6 à 6 heures du soir.	622...	684.
	529...	577.		620 ½...	680.
	519 ½...	575.		613...	679 ½.
5	567...	600.	14	628...	703.
	564...	594.		627...	696.
	555...	593.		620...	691 ½.
9	573...	621 ½.	30	645...	724.
	570...	613 ½.		642...	715.
	561 ½...	606.		634...	713 ½.
13	581...	634 ½.	Juillet.. 25	663 ½...	737 ¾.
	578...	632 ½.		657...	731 ½.
	570...	624 ½.		648...	729.
17	589...	653.	Août.. 25	688...	747.
	582...	648.		694...	742.
	575...	637.		686...	736.
21	597...	670.	Septem. 25	718...	752.
	584...	655.		711...	748.
	583...	649.		704...	740.
29	619 ½...	682.	Octob.	723...	757 ½.
	618...	667.		713 ½...	751.
	612...	664.		707 ½...	742.

Il résulte de cette expérience & de toutes les précédentes :

1.° Que le bois de chêne perd environ un tiers de son poids par le desséchement, & que les bois moins solides que le chêne, perdent plus d'un tiers de leur poids :

2.° Qu'il faut sept ans au moins pour dessécher des solives de 8 à 9 pouces de grosseur, & que par conséquent

il faudroit beaucoup plus du double de temps, c'est-à-dire, plus de quinze ans pour dessécher une poutre de 16 à 18 pouces d'équarrissage:

3.° Que le bois abattu & gardé dans son écorce, se desèche si lentement, que le temps qu'on le garde dans son écorce, est en pure perte pour le desséchement, & que par conséquent il faut équarrir les bois peu de temps après qu'ils auront été abattus:

4.° Que quand le bois est parvenu aux deux tiers de son desséchement, il commence à repomper l'humidité de l'air, & qu'il faut par conséquent conserver dans des lieux fermés les bois secs qu'on veut employer à la menuiserie:

5.° Que le desséchement du bois ne diminue pas sensiblement son volume, & que la quantité de la sève est le tiers de celle des parties solides de l'arbre:

6.° Que le bois de chêne abattu en pleine sève, s'il est sans aubier, n'est pas plus sujet aux vers que le bois de chêne abattu dans toute autre saison:

7.° Que le desséchement du bois est d'abord en raison plus grande que celle des surfaces, & ensuite en moindre raison: que le desséchement total d'un morceau de bois de volume égal, & de surface double d'un autre, se fait en deux ou trois fois moins de temps: que le desséchement total du bois à volume égal & surface triple, se fait en cinq ou six fois environ moins de temps.

8.° Que l'augmentation de pesanteur que le bois sec acquiert en repompant l'humidité de l'air, est proportionnelle à la surface.

9.° Que le desséchement total des bois, est proportionnel à leur légèreté, en sorte que l'aubier se desséche plus que le cœur de chêne, dans la raison de sa densité relative, qui est à peu-près de $\frac{1}{15}$ moindre que celle du cœur :

10.° Que quand le bois est entièrement desséché à l'ombre, la quantité dont on peut encore le dessécher en l'exposant au Soleil, & ensuite dans un four échauffé à 47 degrés, ne sera guère que d'une dix-septieme ou dix-huitième partie du poids total du bois, & que par conséquent ce desséchement artificiel est coûteux & inutile :

11.° Que les bois secs & legers, lorsqu'ils sont plongés dans l'eau, s'en remplissent en très-peu de temps; qu'il ne faut, par exemple, qu'un jour à un petit morceau d'aubier pour se remplir d'eau, au lieu qu'il faut vingt jours à un pareil morceau de cœur de chêne :

12.° Que le bois de cœur de chêne, n'augmente que d'une douzième partie de son poids total, lorsqu'on l'a plongé dans l'eau au moment qu'on vient de le couper, & qu'il faut même un très-long temps pour qu'il augmente de cette douzième partie en pesanteur :

13.° Que le bois plongé dans l'eau douce, la tire plus promptement & plus abondamment que le bois plongé dans l'eau salée, ne tire l'eau salée :

14.° Que le bois plongé dans l'eau, s'imbibe bien plus promptement qu'il ne se desséche à l'air, puisqu'il n'a fallu que douze jours aux morceaux des deux premières expériences, pour reprendre dans l'eau la moitié de

toute

toute l'humidité qu'ils avoient perdue par le desséchement en sept ans ; & qu'en vingt-deux mois ils se sont chargés d'autant d'humidité qu'ils en avoient jamais eu ; en sorte qu'au bout de ces vingt-deux mois de séjour dans l'eau, ils pesoient autant que quand on les avoit coupé douze ans auparavant :

15.° Enfin, que quand les bois sont entièrement remplis d'eau, ils éprouvent au fond de l'eau des variations relatives à celles de l'atmosphère, & qui se reconnoissent à la variation de leur pesanteur ; & quoiqu'on ne sache pas bien à quoi correspondent ces variations, on voit cependant en général que le bois plongé dans l'eau, est plus humide lorsque l'air est humide, & moins humide lorsque l'air est sec, puisqu'il pèse constamment plus dans les temps de pluie que dans les beaux temps.

ARTICLE III.

Sur la conservation & le rétablissement des forêts.

LE bois qui étoit autrefois très-commun en France, maintenant suffit à peine aux usages indispensables, & nous sommes menacés pour l'avenir d'en manquer absolument ; ce seroit une vraie perte pour l'État, d'être obligé d'avoir recours à ses voisins, & de tirer de chez eux à grands frais ce que nos soins, & quelque légère économie peuvent nous procurer. Mais il faut s'y prendre à temps, il faut commencer dès aujourd'hui ; car si notre indolence dure, si l'envie pressante que nous avons de jouir, continue à augmenter notre indifférence pour la postérité :

enfin ſi la police des bois n'eſt pas réformée, il eſt à craindre que les forêts, cette partie la plus noble du Domaine de nos Rois, ne deviennent des terres incultes, & que le bois de ſervice, dans lequel conſiſte une partie des forces maritimes de l'État, ne ſe trouve conſommé & détruit ſans eſpérance prochaine de renouvellement.

Ceux qui ſont prépoſés à la conſervation des bois, ſe plaignent eux-mêmes de leur dépériſſement; mais ce n'eſt pas aſſez de ſe plaindre d'un mal qu'on reſſent déjà, & qui ne peut qu'augmenter avec le temps; il en faut chercher le remède, & tout bon citoyen doit donner au Public les expériences & les réflexions qu'il peut avoir faites à cet égard. Tel a toujours été le principal objet de l'Académie, l'utilité publique eſt le but de ſes travaux. Ces raiſons ont engagé feu M. de Reaumur, à nous donner en 1721, de bonnes remarques ſur l'état des bois du royaume. Il poſe des faits inconteſtables, il offre des vues ſaines, & il indique des expériences qui feront honneur à ceux qui les exécuteront. Engagé par les mêmes motifs, & me trouvant à portée des bois, je les ai obſervés avec une attention particulière; & enfin animé par les ordres de M. le comte de Maurepas, j'ai fait pluſieurs expériences ſur ce ſujet. Des vues d'utilité particulière, autant que de curioſité de Phyſicien, m'ont porté à faire exploiter mes bois taillis ſous mes yeux; j'ai fait des pépinières d'arbres foreſtiers, j'ai ſemé & planté pluſieurs cantons de bois, & ayant fait toutes ces épreuves en grand, je ſuis en état de rendre compte

du peu de ſuccès de pluſieurs pratiques qui réuſſiſſoient en petit, & que les auteurs d'Agriculture avoient recommandées. Il en eſt ici comme de tous les autres Arts, le modèle qui réuſſit le mieux en petit, ſouvent ne peut s'exécuter en grand.

Tous nos projets ſur les bois, doivent ſe réduire à tâcher de conſerver ceux qui nous reſtent, & à renouveler une partie de ceux que nous avons détruits. Commençons par examiner les moyens de conſervation, après quoi nous viendrons à ceux de renouvellement.

Les bois de ſervice du Royaume, conſiſtent dans les forêts qui appartiennent à Sa Majeſté, dans les réſerves des eccléſiaſtiques & des gens de main-morte, & enfin dans les baliveaux que l'Ordonnance oblige de laiſſer dans tous les bois.

On ſait, par une expérience déjà trop longue, que le bois des baliveaux n'eſt pas de bonne qualité, & que d'ailleurs ces baliveaux font tort aux taillis. J'ai obſervé fort ſouvent les effets de la gelée du printemps dans deux cantons de bois taillis voiſins l'un de l'autre. On avoit conſervé dans l'un tous les baliveaux de quatre coupes ſucceſſives, dans l'autre, on n'avoit conſervé que les baliveaux de la dernière coupe; j'ai reconnu que la gelée avoit fait un ſi grand tort au taillis ſurchargé de baliveaux, que l'autre taillis l'a devancé de cinq ans ſur douze. L'expoſition étoit la même; j'ai ſondé le terrein en différens endroits, il étoit ſemblable. Ainſi je ne puis attribuer cette différence qu'à l'ombre & à

l'humidité que les baliveaux jetoient ſur le taillis, & à l'obſtacle qu'ils formoient au deſſéchement de cette humidité, en interrompant l'action du vent & du Soleil.

Les arbres qui pouſſent vigoureuſement en bois, produiſent rarement beaucoup de fruit; les baliveaux ſe chargent d'une grande quantité de glands, & annoncent par-là leur foibleſſe. On imagineroit que ce gland devroit repeupler & garnir les bois, mais cela ſe réduit à bien peu de choſe, car de pluſieurs millions de ces graines qui tombent au pied des arbres, à peine en voit-on lever quelques centaines, & ce petit nombre eſt bientôt étouffé par l'ombre continuelle & le manque d'air, ou ſupprimé par le *dégouttement* de l'arbre, & par la gelée qui eſt toujours plus vive près de la ſurface de la terre, ou enfin détruit par les obſtacles que ces jeunes plantes trouvent dans un terrein traverſé d'une infinité de racines & d'herbes de toute eſpèce; on voit à la vérité quelques arbres de brin dans les taillis, ces arbres viennent de graines, car le chêne ne ſe multiplie pas par rejetons au loin, & ne pouſſe pas de la racine; mais ces arbres de brin ſont ordinairement dans les endroits clairs des bois, loin des gros baliveaux, & ſont dûs aux mulots ou aux oiſeaux, qui, en tranſportant les glands, en ſement une grande quantité. J'ai ſu mettre à profit ces graines que les oiſeaux laiſſent tomber. J'avois obſervé dans un champ qui, depuis trois ou quatre ans, étoit demeuré ſans culture, qu'autour de quelques petits buiſſons qui s'y trouvoient fort loin les uns des autres, pluſieurs petits

chênes avoient paru tout d'un coup, je reconnus bientôt par mes yeux, que cette plantation appartenoit à des geais, qui en ſortant des bois, venoient d'habitude ſe placer ſur ces buiſſons pour manger leur gland, & en laiſſoient tomber la plus grande partie, qu'ils ne ſe donnoient jamais la peine de ramaſſer. Dans un terrein que j'ai planté dans la ſuite, j'ai eu ſoin d'y mettre de petits buiſſons, les oiſeaux s'en ſont emparés, & ont garni les environs d'une grande quantité de jeunes chênes.

Il faut qu'il y ait déjà du temps qu'on ait commencé à s'apercevoir du dépériſſement des bois, puiſqu'autrefois nos Rois ont donné des ordres pour leur conſervation. La plus utile de ces Ordonnances, eſt celle qui établit dans les bois des eccléſiaſtiques & gens de main-morte, la réſerve du quart pour croître en futaie; elle eſt ancienne & a été donnée pour la première fois en 1573, confirmée en 1597, & cependant demeurée ſans exécution juſqu'à l'année 1669. Nous devons ſouhaiter qu'on ne ſe relâche point à cet égard; ces réſerves ſont un fonds, un bien réel pour l'État, un bien de bonne nature, car elles ne ſont pas ſujettes aux défauts des baliveaux; rien n'a été mieux imaginé, & on en auroit bien ſenti les avantages, ſi juſqu'à préſent le crédit, plutôt que le beſoin, n'en eût pas diſpoſé. On préviendroit cet abus en ſupprimant l'uſage arbitraire des permiſſions, & en établiſſant un temps fixe pour la coupe des réſerves: ce temps ſeroit plus ou moins long, ſelon la qualité du terrein, ou plutôt ſelon la profondeur du ſol, car cette attention eſt abſolument

néceſſaire. On pourroit donc en régler les coupes à cinquante ans dans un terrein de deux pieds & demi de profondeur, à ſoixante-dix ans dans un terrein de trois pieds & demi, & à cent ans dans un terrein de quatre pieds & demi & au-delà de profondeur. Je donne ces termes d'après les obſervations que j'ai faites, au moyen d'une tarière haute de cinq pieds, avec laquelle j'ai ſondé quantité de terreins, où j'ai examiné en même temps la hauteur, la groſſeur & l'âge des arbres; cela ſe trouvera aſſez juſte pour les terres fortes & paitriſſables. Dans les terres légères & ſablonneuſes, on pourroit fixer les termes des coupes à quarante, ſoixante & quatre-vingts ans; on perdroit à attendre plus long-temps, & il vaudroit infiniment mieux garder du bois de ſervice dans des magaſins, que de le laiſſer ſur pied dans les forêts, où il ne peut manquer de s'altérer après un certain âge.

Dans quelques provinces maritimes du royaume, comme dans la Bretagne près d'Ancenis, il y a des terreins de communes qui n'ont jamais été cultivés, & qui, ſans être en nature de bois, ſont couverts d'une infinité de plantes inutiles, comme de fougères, de genets & de bruyères, mais qui ſont en même temps plantés d'une aſſez grande quantité de chênes iſolés. Ces arbres ſouvent gâtés par l'abroutiſſement du bétail, ne s'élèvent pas, ils ſe courbent, ils ſe tortillent, & ils portent une mauvaiſe figure, dont cependant on tire quelqu'avantage, car ils peuvent fournir un grand nombre

de pièces courbes pour la Marine, & par cette raiſon ils méritent d'être conſervés. Cependant on dégrade tous les jours ces eſpèces de plantations naturelles; les ſeigneurs donnent ou vendent aux payſans la liberté de couper dans ces communes, & il eſt à craindre que ces magaſins de bois courbes ne ſoient bientôt épuiſés. Cette perte ſeroit conſidérable, car les bois courbes de bonne qualité, tels que ſont ceux dont je viens de parler, ſont fort rares. J'ai cherché les moyens de faire des bois courbes, & j'ai ſur cela des expériences commencées qui pourront réuſſir, & que je vais rapporter en deux mots. Dans un taillis j'ai fait couper à différentes hauteurs, ſavoir, à 2, 4, 6, 8, 10 & 12 pieds au-deſſus de terre, les tiges de pluſieurs jeunes arbres, & quatre années enſuite j'ai fait couper le ſommet des jeunes branches que ces arbres étêtés ont produites; la figure de ces arbres eſt devenue par cette double opération ſi irrégulière, qu'il n'eſt pas poſſible de la décrire, & je ſuis perſuadé qu'un jour ils fourniront du bois courbe. Cette façon de courber le bois, ſeroit bien plus ſimple & bien plus aiſée à pratiquer, que celle de charger d'un poids, ou d'aſſujettir par une corde la tête des jeunes arbres, comme quelques gens l'ont propoſé *(c)*.

Tous ceux qui connoiſſent un peu les bois, ſavent

(c) Ces jeunes arbres que j'avois fait étêter en 1734, & dont on avoit encore coupé la principale branche en 1737, m'ont fourni en 1769 pluſieurs courbes très-bonnes, & dont je me ſuis ſervi pour les roues des marteaux & des ſoufflets de mes forges.

que la gelée du printemps eſt le fléau des taillis; c'eſt elle qui, dans les endroits bas & dans les petits vallons, ſupprime continuellement les jeunes rejetons, & empêche le bois de s'élever; en un mot, elle fait au bois un auſſi grand tort qu'à toutes les autres productions de la terre, & ſi ce tort a juſqu'ici été moins connu, moins ſenſible, c'eſt que la jouiſſance d'un taillis étant éloignée, le propriétaire y fait moins d'attention, & *ſe conſole plus aiſément* de la perte qu'il fait; cependant cette perte n'en eſt pas moins réelle, puiſqu'elle recule ſon revenu de pluſieurs années. J'ai tâché de prévenir, autant qu'il eſt poſſible, les mauvais effets de la gelée, en étudiant la façon dont elle agit, & j'ai fait ſur cela des expériences qui m'ont appris que la gelée agit bien plus violemment à l'expoſition du midi, qu'à l'expoſition du nord; qu'elle fait tout périr à l'abri du vent, tandis qu'elle épargne tout dans les endroits où il peut paſſer librement. Cette obſervation, qui eſt conſtante, fournit un moyen de préſerver de la gelée quelques endroits des taillis, au moins pendant les deux ou trois premières années, qui ſont le temps critique, & où elle les attaque avec plus d'avantage; ce moyen conſiſte à obſerver, quand on les abat, de commencer la coupe du côté du nord; il eſt aiſé d'y obliger les marchands de bois en mettant cette clauſe dans leur marché, & je me ſuis déjà tres-bien trouvé d'avoir pris cette précaution pour quelques-uns de mes taillis.

Un père de famille, un homme arrangé qui ſe trouve propriétaire

propriétaire d'une quantité un peu conſidérable de Bois taillis, commence par les faire arpenter, borner, diviſer & mettre en coupe réglée, il s'imagine que c'eſt-là le plus haut point d'économie; tous les ans il vend le même nombre d'arpens, de cette façon ſes bois deviennent un revenu annuel; il ſe ſait bon gré de cette règle, & c'eſt cette apparence d'ordre qui a fait prendre faveur aux coupes réglées: cependant il s'en faut bien que ce ſoit là le moyen de tirer de ſes taillis tout le profit qu'on en pourroit obtenir; ces coupes réglées ne ſont bonnes que pour ceux qui ont des terres éloignées qu'ils ne peuvent viſiter; la coupe réglée de leurs bois eſt une eſpèce de ferme, ils comptent ſur le produit, & le reçoivent ſans ſe donner aucun ſoin, cela doit convenir à grand nombre de gens; mais pour ceux dont l'habitation ſe trouve fixée à la campagne, & même pour ceux qui y vont paſſer un certain temps toutes les années, il leur eſt facile de mieux ordonner les coupes de leurs bois taillis. En général on peut aſſurer que dans les bons terreins on gagnera à les attendre, & que dans les terreins où il n'y a pas de fond, il faut les couper fort jeunes; mais il ſeroit à ſouhaiter qu'on pût donner de la préciſion à cette règle, & déterminer au juſte l'âge où l'on doit couper les taillis; cet âge eſt celui où l'accroiſſement du bois commence à diminuer. Dans les premières années le bois croît de plus en plus, c'eſt-à-dire, que la production de la ſeconde année eſt plus conſidérable que celle de la première année; l'accroiſſement de la troiſième

année eſt plus grand que celui de la ſeconde; ainſi l'accroiſſement du bois augmente juſqu'à un certain âge, après quoi il diminue; c'eſt ce point, ce *maximum,* qu'il faut ſaiſir pour tirer de ſon taillis tout l'avantage & tout le profit poſſible. Mais comment le reconnoître, comment s'aſſurer de cet inſtant? il n'y a que des expériences faites en grand, des expériences longues & pénibles, des expériences telles que M. de Reaumur les a indiquées, qui puiſſent nous apprendre l'âge où les bois commencent à croitre de moins en moins; ces expériences conſiſtent à couper & peſer tous les ans le produit de quelques arpens de bois, pour comparer l'augmentation annuelle, & reconnoître au bout de pluſieurs années l'âge où elle commence à diminuer.

J'ai fait pluſieurs autres remarques ſur la conſervation des bois, & ſur les changemens qu'on devroit faire aux Règlemens des forêts, que je ſupprime comme n'ayant aucun rapport avec des matieres de Phyſique: mais je ne dois pas paſſer ſous ſilence ni ceſſer de recommander le moyen que j'ai trouvé d'augmenter la force & la ſolidité du bois de ſervice, & que j'ai rapporté dans le premier article de ce Mémoire; rien n'eſt plus ſimple, car il ne s'agit que d'écorcer les arbres, & les laiſſer ainſi ſécher & mûrir ſur pied avant que de les abattre. L'aubier devient, par cette opération, auſſi dur que le cœur de chêne, il augmente conſidérablement de force & de denſité, comme je m'en ſuis aſſuré par un grand nombre d'expériences, & les ſouches de ces arbres écorcés &

ſéchés ſur pied, ne laiſſent pas que de repouſſer & de reproduire des rejetons; ainſi il n'y a pas le moindre inconvénient à établir cette pratique, qui, en augmentant la force & la durée du bois mis en œuvre, doit en diminuer la conſommation, & par conſéquent doit être miſe au nombre des moyens de conſerver les bois. Venons maintenant à ceux qu'on doit employer pour les renouveler.

Cet objet n'eſt pas moins important que le premier, combien y a-t-il dans le royaume de terres inutiles, de landes, de bruyères, de communes qui ſont abſolument ſtériles! la Bretagne, le Poitou, la Guyenne, la Bourgogne, la Champagne, & pluſieurs autres provinces ne contiennent que trop de ces terres inutiles; quel avantage pour l'État ſi on pouvoit les mettre en valeur! la plupart de ces terreins étoient autrefois en nature de bois, comme je l'ai remarqué dans pluſieurs de ces cantons déſerts, où l'on trouve encore quelques vieilles ſouches preſque entièrement pourries. Il eſt à croire qu'on a peu à peu dégradé les bois de ces terreins, comme on dégrade aujourd'hui les communes de Bretagne, & que par la ſucceſſion des temps on les a abſolument dégarnis. Nous pouvons donc raiſonnablement eſpérer de rétablir ce que nous avons détruit. On n'a pas de regret à voir des rochers nus, des montagnes couvertes de glace ne rien produire; mais comment peut-on s'accoutumer à ſouffrir au milieu des meilleures provinces d'un royaume, de bonnes terres en friches, des contrées entières mortes pour l'État! je dis de bonnes terres, parce que j'en ai vu & j'en ai fait

défricher, qui non-ſeulement étoient de qualité à produire de bon bois, mais même des grains de toute eſpèce. Il ne s'agiroit donc que de ſemer ou de planter ces terreins, mais il faudroit que cela pût ſe faire ſans grande dépenſe, ce qui ne laiſſe pas que d'avoir quelques difficultés, comme on jugera par le détail que je vais faire.

Comme je ſouhaitois de m'inſtruire à fond ſur la manière de ſemer & de planter des bois, après avoir lû le peu que nos auteurs d'Agriculture diſent ſur cette matière, je me ſuis attaché à quelques auteurs Anglois, comme Evelyn, Miller, &c. qui me paroiſſoient être plus au fait, & parler d'après l'expérience. J'ai voulu d'abord ſuivre leurs méthodes en tout point, & j'ai planté & ſemé des bois à leur façon, mais je n'ai pas été long-temps ſans m'apercevoir que cette façon étoit ruineuſe, & qu'en ſuivant leurs conſeils, les bois avant que d'être en âge, m'auroient coûté dix fois plus que leur valeur. J'ai reconnu alors que toutes leurs expériences avoient été faites en petit dans des jardins, dans des pépinières, ou tout au plus dans quelques parcs, où l'on pouvoit cultiver & ſoigner les jeunes arbres; mais ce n'eſt point ce qu'on cherche quand on veut planter des bois; on a bien de la peine à ſe réſoudre à la première dépenſe néceſſaire, comment ne ſe refuſeroit-on pas à toutes les autres, comme celles de la culture, de l'entretien, qui d'ailleurs deviennent immenſes lorſqu'on plante de grands cantons! j'ai donc été obligé d'abandonner ces Auteurs & leurs méthodes, & de chercher à m'inſtruire par

d'autres moyens, & j'ai tenté une grande quantité de façons différentes, dont la plupart, je l'avouerai, ont été ſans ſuccès, mais qui du moins m'ont appris des faits, & m'ont mis ſur la voie de réuſſir.

Pour travailler, j'avois toutes les facilités qu'on peut ſouhaiter, des terreins de toutes eſpèces, en friches & cultivés. Une grande quantité de bois taillis, & des pépinières d'arbres foreſtiers, où je trouvois tous les jeunes plants dont j'avois beſoin; enfin j'ai commencé par vouloir mettre en nature de bois une eſpèce de terrein de quatre-vingts arpens, dont il y en avoit environ vingt en friche, & ſoixante en terres labourables, produiſant tous les ans du froment & d'autres grains, même aſſez abondamment. Comme mon terrein étoit naturellement diviſé en deux parties preſque égales par une haie de bois taillis, que l'une des moitiés étoit d'un niveau fort uni, & que la terre me paroiſſoit être par-tout de même qualité, quoique de profondeur aſſez inégale, je penſai que je pourrois profiter de ces circonſtances pour commencer une expérience dont le réſultat eſt fort éloigné, mais qui ſera fort utile, c'eſt de ſavoir dans le même terrein la différence que produit ſur un bois l'inégalité de profondeur du ſol, afin de déterminer plus juſte que je ne l'ai fait ci-devant, à quel âge on doit couper les bois de futaie. Quoique j'aie commencé fort jeune, je n'eſpère pas que je puiſſe me ſatisfaire pleinement à cet égard, même en me ſuppoſant une fort longue vie; mais j'aurai au moins le plaiſir d'obſerver quelque choſe de nouveau tous les

ans, & pourquoi ne pas laiſſer à la poſtérité des expériences commencées! J'ai donc fait diviſer mon terrein par quart d'arpent, & à chaque angle j'ai fait ſonder la profondeur avec ma tarière, j'ai rapporté ſur un plan tous les points où j'ai ſondé, avec la note de la profondeur du terrein & de la qualité de la pierre qui ſe trouvoit au-deſſous, dont la mèche de la tarière ramenoit toujours des échantillons, & de cette façon j'ai le plan de la ſuperficie & du fond de ma plantation, plan qu'il ſera aiſé quelques jours de comparer avec la production *(d)*.

Après cette opération préliminaire, j'ai partagé mon terrein en pluſieurs cantons, que j'ai fait travailler différemment. Dans l'un, j'ai fait donner trois labours à la charrue, dans un autre, deux labours, dans un troiſième un labour ſeulement; dans d'autres, j'ai fait planter les glands à la pioche & ſans avoir labouré; dans d'autres, j'ai fait ſimplement jeter des glands, ou je les ai fait placer à la main dans l'herbe; dans d'autres, j'ai planté de petits

---

(d) Cette opération ayant été faite en 1734, & le bois ſemé la même année, on a recepé les jeunes plants en 1738 pour leur donner plus de vigueur. Vingt ans après, c'eſt-à-dire, en 1758, ils formoient un bois dont les arbres avoient communément 8 à 9 pouces de tour au pied du tronc; on a coupé ce bois la même année, c'eſt-à-dire vingt-quatre ans après l'avoir ſemé. Le produit n'a pas été tout-à-fait moitié du produit d'un bois ancien de pareil âge dans le même terrein; mais aujourd'hui, en 1774, ce même bois qui n'a que ſeize ans, eſt auſſi garni & produira tout autant que les bois anciennement plantés, & malgré l'inégalité de la profondeur du terrein qui varie depuis 1 pied ½ juſqu'à 4 pieds ½, on ne s'aperçoit d'aucune différence dans la groſſeur des baliveaux réſervés dans les taillis.

arbres, que j'ai tirés de mes bois; dans d'autres, des arbres de même eſpèce, tirés de mes pépinières; j'en ai fait ſemer & planter quelques-uns à un pouce de profondeur, quelques autres à ſix pouces; dans d'autres, j'ai ſemé des glands que j'avois auparavant fait tremper dans différentes liqueurs, comme dans l'eau pure, dans de la lie-de-vin, dans l'eau qui s'étoit égoutée d'un fumier, dans de l'eau ſalée. Enfin dans pluſieurs cantons j'ai ſemé des glands avec de l'avoine; dans pluſieurs autres, j'en ai ſemé que j'avois fait germer auparavant dans de la terre. Je vais rapporter en peu de mots le réſultat de toutes ces épreuves, & de pluſieurs autres que je ſupprime ici, pour ne pas rendre cette énumération trop longue.

La nature du terrein où j'ai fait ces eſſais, m'a paru ſemblable dans toute ſon étendue; c'eſt une terre fort paitriſſable, un tant ſoit peu mêlée de glaiſe, retenant l'eau long-temps, & ſe ſéchant aſſez difficilement, formant par la gelée & par la ſéchereſſe une eſpèce de croûte avec pluſieurs petites fentes à ſa ſurface, produiſant naturellement une grande quantité d'hiebles dans les endroits cultivés, & de genièvres dans les endroits en friche, ce terrein eſt environné de tous côtés de bois d'une belle venue. J'ai fait ſemer avec ſoin tous les glands un à un & à un pied de diſtance les uns des autres, de ſorte qu'il en eſt entré environ douze meſures ou boiſſeaux de Paris dans chaque arpent. Je crois qu'il eſt néceſſaire de rapporter ces faits pour qu'on puiſſe juger plus ſainement de ceux qui doivent ſuivre.

L'année d'après, j'ai obſervé avec grande attention l'état de ma plantation, & j'ai reconnu que dans le canton dont j'eſpérois le plus, & que j'avois fait labourer trois fois, & ſemer avant l'hiver, la plus grande partie des glands n'avoient pas levé, les pluies de l'hiver avoient tellement battu & corroyé la terre, qu'ils n'avoient pu percer, le petit nombre de ceux qui avoient pu trouver iſſue, n'avoit paru que fort tard, environ à la fin de juin; ils étoient foibles, effilés, la feuille étoit jaunâtre, languiſſante, & ils étoient ſi loin les uns des autres, le canton étoit ſi peu garni, que j'eus quelque regret aux ſoins qu'ils avoient coûtés. Le canton qui n'avoit eu que deux labours, & qui avoit auſſi été ſemé avant l'hiver, reſſembloit aſſez au premier, cependant il y avoit un plus grand nombre de jeunes chênes, parce que la terre étant moins diviſée par le labour, la pluie n'avoit pu la battre autant que celle du premier canton. Le troiſième qui n'avoit eu qu'un ſeul labour, étoit par la même raiſon un peu mieux peuplé que le ſecond, mais cependant il l'étoit ſi mal, que plus des trois quarts de mes glands avoient encore manqué.

Cette épreuve me fit connoître que dans les terreins forts & mêlés de glaiſe, il ne faut pas labourer & ſemer avant l'hiver; j'en fus entièrement convaincu, en jetant les yeux ſur les autres cantons. Ceux que j'avois fait labourer & ſemer au printemps, étoient bien mieux garnis; mais ce qui me ſurprit, c'eſt que les endroits où j'avois fait planter le gland à la pioche, ſans aucune culture précédente,

précédente, étoient conſidérablement plus peuplés que les autres; ceux même où l'on n'avoit fait que cacher les glands ſous l'herbe, étoient aſſez bien fournis, quoique les mulots, les pigeons ramiers, & d'autres animaux en euſſent emporté une grande quantité. Les cantons où les glands avoient été ſemés à ſix pouces de profondeur, ſe trouvèrent beaucoup moins garnis que ceux où on les avoit fait ſemer à un pouce ou deux de profondeur. Dans un petit canton où j'en avois fait ſemer à un pied de profondeur, il n'en parut pas un, quoique dans un autre endroit où j'en avois fait mettre à neuf pouces, il en eût levé pluſieurs. Ceux qui avoient été trempés pendant huit jours dans la lie-de-vin & dans l'égoût du fumier, ſortirent de terre plutôt que les autres. Preſque tous les arbres gros & petits que j'avois fait tirer de mes taillis, ont péri à la première ou à la ſeconde année, tandis que ceux que j'avois tirés de mes pépinières ont preſque tous réuſſi. Mais ce qui me donna le plus de ſatisfaction, ce fut le canton où j'avois fait planter au printemps les glands que j'avois fait auparavant germer dans de la terre, il n'en avoit preſque point manqué; à la vérité ils ont levé plus tard que les autres, ce que j'attribue à ce qu'en les tranſportant ainſi tous germés, on caſſa la radicule de pluſieurs de ces glands.

Les années ſuivantes n'ont apporté aucun changement à ce qui s'eſt annoncé dès la première année. Les jeunes chênes du canton labouré trois fois, ſont demeurés toujours un peu au-deſſous des autres; ainſi je crois

pouvoir aſſurer que pour ſemer une terre forte & glaiſeuſe, il ſaut conſerver le gland pendant l'hiver dans la terre, en faiſant un lit de deux pouces de glands ſur un lit de terre d'un demi-pied, puis un lit de terre & un lit de glands, toujours alternativement, & enfin en couvrant le magaſin d'un pied de terre pour que la gelée ne puiſſe y pénétrer. On en tirera le gland au commencement de mars, & on le plantera à un pied de diſtance. Ces glands qui ont germé, ſont déjà autant de jeunes chênes, & le ſuccès d'une plantation faite de cette façon n'eſt pas douteux; la dépenſe même n'eſt pas conſidérable, car il ne faut qu'un ſeul labour. Si l'on pouvoit ſe garantir des mulots & des oiſeaux, on réuſſiroit tout de même & ſans aucune dépenſe, en mettant en automne le gland ſous l'herbe, car il perce & s'enfonce de lui-même, & réuſſit à merveille ſans aucune culture dans les friches dont le gazon eſt fin, ſerré & bien garni, ce qui indique preſque toujours un terrein ferme & glaiſeux.

Comme je penſe que la meilleure façon de ſemer du bois dans un terrein fort & mêlé de glaiſe, eſt de faire germer les glands dans la terre; il eſt bon de raſſurer ſur le petit inconvénient dont j'ai parlé. On tranſporte le gland germé dans des manequins, des corbeilles, des paniers, & on ne peut éviter de rompre la radicule de pluſieurs de ces glands, mais cela ne leur fait d'autre mal que de retarder leur ſortie de terre de quinze jours ou trois ſemaines, ce qui même n'eſt pas un mal, parce qu'on évite par-là celui que la gelée des matinées de mai

fait aux graines qui ont levé de bonne heure, & qui eſt bien plus conſidérable. J'ai pris des glands germés auxquels j'ai coupé le tiers, la moitié, les trois quarts, & même toute la radicule ; je les ai ſemés dans un jardin où je pouvois les obſerver à toute heure, ils ont tous levé, mais les plus mutilés ont levé les derniers. J'ai ſemé d'autres glands germés auxquels, outre la radicule, j'avois encore ôté l'un des lobes, ils ont encore levé ; mais ſi on retranche les deux lobes, ou ſi l'on coupe la plume, qui eſt la partie eſſentielle de l'embryon végétal, ils périſſent également.

Dans l'autre moitié de mon terrein, dont je n'ai pas encore parlé, il y a un canton dont la terre eſt bien moins forte que celle que j'ai décrite, & où elle eſt même mêlée de quelques pierres à un pied de profondeur; c'étoit un champ qui rapportoit beaucoup de grain, & qui avoit été bien cultivé. Je le fis labourer avant l'hiver; & aux mois de novembre, décembre & février, j'y plantai une collection nombreuſe de toutes les eſpèces d'arbres des forêts, que je fis arracher dans mes bois taillis de toute grandeur, depuis trois pieds juſqu'à dix & douze de hauteur. Une grande partie de ces arbres n'a pas repris, & de ceux qui ont pouſſé à la première sève, un grand nombre a péri pendant les chaleurs du mois d'août, pluſieurs ont péri à la ſeconde, & encore d'autres la troiſième & la quatrième année; de ſorte que de tous ces arbres, quoique plantés & arrachés avec ſoin, & même avec des précautions peu communes, il ne

m'eſt reſté que des ceriſiers, des aliſiers, des cormiers, des frênes & des ormes, encore les aliſiers & les frênes ſont-ils languiſſans, ils n'ont pas augmenté d'un pied de hauteur en cinq ans; les cormiers ſont plus vigoureux, mais les mériſiers & les ormes ſont ceux qui de tous ont le mieux réuſſi. Cette terre ſe couvrit pendant l'été d'une prodigieuſe quantité de mauvaiſes herbes, dont les racines détruiſirent pluſieurs de mes arbres. Je fis ſemer auſſi dans ce canton des glands germés, les mauvaiſes herbes en étoufferent une grande partie; ainſi je crois que dans les bons terreins qui ſont d'une nature moyenne, entre les terres fortes & les terres légères, il convient de ſemer de l'avoine avec les glands, pour prévenir la naiſſance des mauvaiſes herbes, dont la plupart ſont vivaces, & qui font beaucoup plus de tort aux jeunes chênes que l'avoine qui ceſſe de pouſſer des racines au mois de juillet. Cette obſervation eſt ſûre, car dans le même terrein les glands que j'avois fait ſemer avec l'avoine, avoient mieux réuſſi que les autres. Dans le reſte de mon terrein, j'ai fait planter des jeunes chênes, de l'ormille & d'autres jeunes plants, tirés de mes pépinières, qui ont bien réuſſi; ainſi je crois pouvoir conclure avec connoiſſance de cauſe, que c'eſt perdre de l'argent & du temps, que de faire arracher des jeunes arbres dans les bois, pour les tranſplanter dans des endroits où on eſt obligé de les abandonner & de les laiſſer ſans culture, & que quand on veut faire des plantations conſidérables d'autres arbres que de chêne ou de hêtre, dont les graines ſont fortes, & ſurmontent preſque

tous les obſtacles, il faut des pépinières où l'on puiſſe élever & ſoigner les jeunes arbres pendant les deux premières années, après quoi on les pourra planter avec ſuccès pour faire du bois.

M'étant donc un peu inſtruit à mes dépens en faiſant cette plantation, j'entrepris l'année ſuivante d'en faire une autre preſque auſſi conſidérable, dans un terrein tout différent; la terre y eſt sèche, légère, mêlée de gravier, & le ſol n'a pas huit pouces de profondeur, au-deſſous duquel on trouve la pierre. J'y fis auſſi un grand nombre d'épreuves, dont je ne rapporterai pas le détail, je me contenterai d'avertir qu'il faut labourer ces terreins, & les ſemer avant l'hiver. Si l'on ne ſeme qu'au printemps, la chaleur du Soleil fait périr les graines; ſi on ſe contente de les jeter ou de les placer ſur la terre, comme dans les terreins forts, elles ſe deſſéchent & périſſent, parce que l'herbe qui fait le gazon de ces terres légères, n'eſt pas aſſez garnie & aſſez épaiſſe pout les garantir de la gelée pendant l'hiver & de l'ardeur du Soleil au printemps. Les jeunes arbres arrachés dans les bois, réuſſiſſent encore moins dans ces terreins que dans les terres fortes; & ſi on veut les planter, il faut le faire avant l'hiver avec des jeunes plants pris en pépinière.

Je ne dois pas oublier de rapporter une expérience qui a un rapport immédiat avec notre ſujet. J'avois envie de connoître les eſpèces de terreins qui ſont abſolument contraires à la végétation, & pour cela j'ai fait remplir une demi-douzaine de grandes caiſſes à mettre des

orangers, de matières toutes différentes; la première de glaise bleue, la seconde de graviers gros comme des noisettes, la troisième de glaise couleur d'orange, la quatrième d'argile blanche, la cinquième de sable blanc, & la sixième de fumier de vache bien pourri. J'ai semé dans chacune de ces caisses un nombre égal de glands, de châtaignes & de graines de frênes, & j'ai laissé les caisses à l'air sans les soigner & sans les arroser; la graine de frêne n'a levé dans aucune de ces terres, les châtaignes ont levé & ont vécu, mais sans faire de progrès dans la caisse de glaise bleue. A l'égard des glands, il en a levé une grande quantité dans toutes les caisses, à l'exception de celle qui contenoit la glaise orangée qui n'a rien produit du tout. J'ai observé que les jeunes chênes qui avoient levé dans la glaise bleue & dans l'argile, quoiqu'un peu effilés au sommet, étoient forts & vigoureux en comparaison des autres; ceux qui étoient dans le fumier pourri, dans le sable & dans le gravier, étoient foibles, avoient la feuille jaune & paroissoient languissans. En automne, j'en fis enlever deux dans chaque caisse, l'état des racines répondoit à celui de la tige, car dans les glaises la racine étoit forte, & n'étoit proprement qu'un pivot gros & ferme, long de trois à quatre pouces, qui n'avoit qu'une ou deux ramifications. Dans le gravier au contraire & dans le sable, la racine s'étoit fort alongée, & s'étoit prodigieusement divisée, elle ressembloit, si je puis m'exprimer ainsi, à une longue coupe de cheveux. Dans le fumier, la racine n'avoit guère qu'un pouce ou

deux de longueur, & s'étoit divisée, dès sa naissance, en deux ou trois cornes courtes & foibles. Il est aisé de donner les raisons de ces différences, mais je ne veux ici tirer de cette expérience qu'une vérité utile, c'est que le gland peut venir dans tous les terreins. Je ne dissimulerai pas cependant que j'ai vu dans plusieurs provinces de France, des terreins d'une vaste étendue, couverts d'une petite espèce de bruyère, où je n'ai pas vu un chêne, ni aucune autre espèce d'arbres; la terre de ces cantons est légère comme de la cendre noire, poudreuse, sans aucune liaison. J'ai fait ultérieurement des expériences sur ces espèces de terres, que je rapporterai dans la suite de ce Mémoire, & qui m'ont convaincu que si les chênes n'y peuvent croître, les pins, les sapins, & peut-être quelques autres arbres utiles peuvent y venir. J'ai élevé de graine, & je cultive actuellement une grande quantité de ces arbres, j'ai remarqué qu'ils demandent un terrein semblable à celui que je viens de décrire. Je suis donc persuadé qu'il n'y a point de terrein, quelque mauvais, quelqu'ingrat qu'il paroisse, dont on ne pût tirer parti, même pour planter des bois; il ne s'agiroit que de connoître les espèces d'arbres qui conviendroient aux différens terreins.

ARTICLE IV.

Sur la culture & l'exploitation des forêts.

DANS les Arts qui sont de nécessité première, tels que l'Agriculture, les hommes, même les plus grossiers,

arrivent à force d'expériences à des pratiques utiles : la manière de cultiver le blé, la vigne, les légumes & les autres productions de la terre que l'on recueille tous les ans, eſt mieux & plus généralement connue que la façon d'entretenir & cultiver une forêt ; & quand même la culture des champs ſeroit défectueuſe à pluſieurs égards, il eſt pourtant certain que les uſages établis, ſont fondés ſur des expériences continuellement répétées, dont les réſultats ſont des eſpèces d'approximations du vrai. Le cultivateur éclairé par un intérêt toujours nouveau, apprend à ne pas ſe tromper, ou du moins à ſe tromper peu ſur les moyens de rendre ſon terrein plus fertile.

Ce même intérêt ſe trouvant par-tout, il ſeroit naturel de penſer que les hommes ont donné quelque attention à la culture des bois ; cependant rien n'eſt moins connu, rien n'eſt plus négligé : le bois paroît être un préſent de la Nature, qu'il ſuffit de recevoir tel qu'il ſort de ſes mains. La néceſſité de le faire valoir ne s'eſt pas fait ſentir, & la manière d'en jouir n'étant pas fondée ſur des expériences aſſez répétées, on ignore juſqu'aux moyens les plus ſimples de conſerver les forêts, & d'augmenter leur produit.

Je n'ai garde de vouloir inſinuer par-là que les recherches & les obſervations que j'ai faites ſur cette matière, ſoient des découvertes admirables ; je dois avertir au contraire que ce ſont des choſes communes, mais que leur utilité peut rendre importantes. J'ai déjà donné dans l'article précédent mes vues ſur ce ſujet, je vais dans

celui-ci

celui-ci étendre ces vues, en préſentant de nouveaux faits.

Le produit d'un terrein peut ſe meſurer par la culture; plus la terre eſt travaillée, plus elle rapporte de fruits; mais cette vérité, d'ailleurs ſi utile, ſouffre quelques exceptions, & dans les bois une culture prématurée & mal entendue cauſe la diſette au lieu de produire l'abondance; par exemple, on imagine, & je l'ai cru long-temps, que la meilleure manière de mettre un terrein en nature de bois, eſt de nétoyer ce terrein, & de le bien cultiver avant que de ſemer le gland ou les autres graines qui doivent un jour le couvrir de bois, & je n'ai été déſabuſé de ce préjugé qui paroît ſi raiſonnable, que par une longue ſuite d'obſervations. J'ai fait des ſemis conſidérables & des plantations aſſez vaſtes, je les ai faites avec précaution; j'ai ſouvent fait arracher les genièvres, les bruyères, & juſqu'aux moindres plantes que je regardois comme nuiſibles, pour cultiver à-fond & par pluſieurs labours les terreins que je voulois enſemencer; je ne doutois pas du ſuccès d'un ſemis fait avec tous ces ſoins, mais au bout de quelques années, j'ai reconnu que ces mêmes ſoins n'avoient ſervi qu'à retarder l'accroiſſement de mes jeunes plants, & que cette culture précédente qui m'avoit donné tant d'eſpérance, m'avoit cauſé des pertes conſidérables: ordinairement on dépenſe pour acquérir, ici la dépenſe nuit à l'acquiſition.

Si l'on veut donc réuſſir à faire croître du bois dans un terrein de quelque qualité qu'il ſoit, il faut imiter la

Nature, il faut y planter & y semer des épines & des buissons qui puissent rompre la force du vent, diminuer celle de la gelée & s'opposer à l'intempérie des saisons; ces buissons sont des abris qui garantissent les jeunes plants, & les protègent contre l'ardeur du Soleil & la rigueur des frimats. Un terrein couvert, ou plutôt à demi couvert de genièvres, de bruyères, est un bois à moitié fait, & qui a peut-être dix ans d'avance sur un terrein net & cultivé: Voici les observations qui m'en ont assuré.

J'ai deux pièces de terre d'environ quarante arpens chacune, semées en bois depuis neuf ans, ces deux pièces sont environnées de tous côtés de bois taillis; l'une des deux étoit un champ cultivé, on a semé également & en même temps plusieurs cantons dans cette pièce, les uns dans le milieu de la pièce, les autres le long des bois taillis; tous les cantons du milieu sont dépeuplés, tous ceux qui avoisinent le bois sont bien garnis: cette différence n'étoit pas sensible à la première année, pas même à la seconde, mais je me suis aperçu à la troisième année d'une petite diminution dans le nombre des jeunes plants du canton du milieu, & les ayant observés exactement, j'ai vu qu'à chaque été & à chaque hiver des années suivantes, il en a péri considérablement, & les fortes gelées de 1740, ont achevé de désoler ces cantons, tandis que tout est florissant dans les parties qui s'étendent le long des bois taillis, les jeunes arbres y sont verts, vigoureux, plantés tous les

uns contre les autres, & ils ſe ſont élevés ſans aucune culture à quatre ou cinq pieds de hauteur : il eſt évident qu'ils doivent leur accroiſſement au bois voiſin qui leur a ſervi d'abri contre les injures des ſaiſons. Cette pièce de quarante arpens, eſt actuellement environnée d'une liſière de cinq à ſix perches de largeur d'un bois naiſſant qui donne les plus belles eſpérances ; à meſure qu'on s'éloigne pour gagner le milieu, le terrein eſt moins garni, & quand on arrive à douze ou quinze perches de diſtance des bois taillis, à peine s'aperçoit-on qu'il ait été planté ; l'expoſition trop découverte eſt la ſeule cauſe de cette différence, car le terrein eſt abſolument le même au milieu de la pièce & le long du bois ; ces terreins avoient en même temps reçu les mêmes cultures, ils avoient été ſemés de la même façon & avec les mêmes graines. J'ai eu occaſion de répéter cette obſervation dans des ſemis encore plus vaſtes, où j'ai reconnu que le milieu des pièces eſt toujours dégarni, & que quelque attention qu'on ait à reſemer cette partie du terrein tous les ans, elle ne peut ſe couvrir de bois, & reſte en pure perte au propriétaire.

Pour remédier à cet inconvénient, j'ai fait faire deux foſſés qui ſe coupent à angles droits dans le milieu de ces pièces, & j'ai fait planter des épines, du peuplier & d'autres bois blancs tout le long de ces foſſés ; cet abri quoique léger a ſuffi pour garantir les jeunes plants voiſins du foſſé ; & par cette petite dépenſe j'ai prévenu la perte totale de la plus grande partie de ma plantation.

L'autre pièce de quarante arpens dont j'ai parlé, étoit avant la plantation composée de vingt arpens d'un terrein net & bien cultivé, & de vingt autres arpens en friche & recouverts d'un grand nombre de genièvres & d'épines ; j'ai fait semer en même temps la plus grande partie de ces deux terreins, mais comme on ne pouvoit pas cultiver celui qui étoit couvert de genièvres, je me suis contenté d'y faire jeter des glands à la main sous les genièvres, & j'ai fait mettre dans les places découvertes, le gland sous le gazon au moyen d'un seul coup de pioche; on y avoit même épargné la graine dans l'incertitude du succès, & je l'avois fait prodiguer dans le terrein cultivé. L'évènement a été tout différent de ce que j'avois pensé, le terrein découvert & cultivé se couvrit à la première année d'une grande quantité de jeunes chênes, mais peu à peu cette quantité a diminué, & elle seroit aujourd'hui presque réduite à rien, sans les soins que je me suis donné pour en conserver le reste. Le terrein au contraire qui étoit couvert d'épines & de genièvres, est devenu en neuf ans un petit bois, où les jeunes chênes se sont élevés à cinq à six pieds de hauteur. Cette observation prouve encore mieux que la première, combien l'abri est nécessaire à la conservation & à l'accroissement des jeunes plants, car je n'ai conservé ceux qui étoient dans le terrein trop découvert, qu'en plantant au printemps des boutures de peupliers & des épines, qui, après avoir pris racine, ont fait un peu de couvert, & ont défendu les jeunes chênes trop foibles pour résister par eux-mêmes à la rigueur des saisons.

Pour convertir en bois un champ ou tout autre terrein cultivé, le plus difficile eſt donc de faire du couvert. Si l'on abandonne un champ, il faut vingt ou trente ans à la Nature pour y faire croître des épines & des bruyères; ici il faut une culture qui dans un an ou deux, puiſſe mettre le terrein au même état où il ſe trouve après une non-culture de vingt ans.

J'ai fait à ce ſujet différentes tentatives, j'ai fait ſemer de l'épine, du genièvre & pluſieurs autres graines avec le gland, mais il faut trop de temps à ces graines pour lever & s'élever; la plupart demeurent en terre pendant deux ans, & j'ai auſſi inutilement eſſayé des graines qui me paroiſſoient plus hâtives, il n'y a que la graine de marſeau qui réuſſiſſe & qui croiſſe aſſez promptement ſans culture: mais je n'ai rien trouvé de mieux pour faire du couvert, que de planter des boutures de peuplier, ou quelques pieds de tremble en même temps qu'on sème le gland dans un terrein humide; & dans des terreins ſecs, des épines, du ſureau & quelques pieds de ſumach de Virginie; ce dernier arbre ſur-tout, qui eſt à peine connu des gens qui ne ſont pas Botaniſtes, ſe multiplie de rejetons avec une telle facilité, qu'il ſuffira d'en mettre un pied dans un jardin pour que tous les ans on puiſſe en porter un grand nombre dans ſes plantations, & les racines de cet arbre s'étendent ſi loin, qu'il n'en faut qu'une douzaine de pieds par arpent, pour avoir du couvert au bout de trois ou quatre ans: on obſervera ſeulement de les faire couper juſqu'à terre à la ſeconde

année, afin de faire pouſſer un plus grand nombre de rejetons. Après le ſumach, le tremble eſt le meilleur, car il pouſſe des rejetons à quarante ou cinquante pas, & j'ai garni pluſieurs endroits de mes plantations, en faiſant ſeulement abattre quelques trembles qui s'y trouvoient par haſard. Il eſt vrai que cet arbre ne ſe tranſplante pas aiſément, ce qui doit faire préférer le ſumach; de tous les arbres que je connois, c'eſt le ſeul qui ſans aucune culture croiſſe & ſe multiplie au point de garnir un terrein en auſſi peu de temps; ſes racines courent preſque à la ſurface de la terre, ainſi elles ne font aucun tort à celles des jeunes chênes qui pivotent & s'enfoncent dans la profondeur du ſol. On ne doit pas craindre que ce ſumach ou les autres mauvaiſes eſpèces de bois, comme le tremble, le peuplier & le marſeau, puiſſent nuire aux bonnes eſpèces, comme le chêne & le hêtre: ceux-ci ne ſont foibles que dans leur jeuneſſe, & après avoir paſſé les premières années à l'ombre & à l'abri des autres arbres, bientôt ils s'élèveront au-deſſus, & devenant plus forts ils étoufferont tout ce qui les environnera.

Je l'ai dit & je le répète, on ne peut trop cultiver la terre lorſqu'elle nous rend tous les ans le fruit de nos travaux; mais lorſqu'il faut attendre vingt-cinq ou trente ans pour jouir, lorſqu'il faut faire une dépenſe conſidérable pour arriver à cette jouiſſance, on a raiſon d'examiner, on a peut-être raiſon de ſe dégoûter. Le fonds ne vaut que par le revenu, & quelle différence d'un revenu annuel à un revenu éloigné, même incertain!

J'ai voulu m'aſſurer, par des expériences conſtantes, des avantages de la culture par rapport au bois, & pour arriver à des connoiſſances préciſes, j'ai fait ſemer dans un jardin quelques glands de ceux que je ſemois en même temps & en quantité dans mes bois; j'ai abandonné ceux-ci aux ſoins de la Nature, & j'ai cultivé ceux-là avec toutes les recherches de l'Art. En cinq années les chênes de mon jardin avoient acquis une tige de dix pieds, & de deux à trois pouces de diamètre, & une tête aſſez formée pour pouvoir ſe mettre aiſément à l'ombre deſſous, quelques-uns de ces arbres ont même donné dès la cinquième année du fruit, qui, étant ſemé au pied de ſes pères, a produit d'autres arbres redevables de leur naiſſance à la force d'une culture aſſidue & étudiée. Les chênes de mes bois, ſemés en même temps, n'avoient après cinq ans que deux ou trois pieds de hauteur, (je parle des plus vigoureux, car le plus grand nombre n'avoit pas un pied) leur tige étoit à peu-près groſſe comme le doigt, leur forme étoit celle d'un petit buiſſon, leur mauvaiſe figure, loin d'annoncer de la poſtérité, laiſſoit douter s'ils auroient aſſez de force pour ſe conſerver eux-mêmes. Encouragé par ces ſuccès de culture, & ne pouvant ſouffrir les avortons de mes bois, lorſque je les comparois aux arbres de mon jardin, je cherchai à me tromper moi-même ſur la dépenſe, & j'entrepris de faire dans mes bois un canton aſſez conſidérable, où j'éleverois les arbres avec les mêmes ſoins que dans mon jardin: il

ne s'agiſſoit pas moins que de faire fouiller la terre à deux pieds & demi de profondeur, de la cultiver d'abord comme on cultive un jardin; & pour améliorations de faire conduire dans ce terrein, qui me paroiſſoit un peu trop ferme & trop froid, plus de deux cents voitures de mauvais bois de recoupe & de copeaux que je fis brûler ſur la place, & dont on mêla les cendres avec la terre. Cette dépenſe alloit déjà beaucoup au-delà du quadruple de la valeur du fonds, mais je me ſatisfaiſois, & je voulois avoir du bois en cinq ans; mes eſpérances étoient fondées ſur ma propre expérience, ſur la nature d'un terrein choiſi entre cent autres terreins, & plus encore ſur la réſolution de ne rien épargner pour réuſſir, car c'étoit une expérience; cependant elles ont été trompées, j'ai été contraint dès la première année de renoncer à mes idées, & à la troiſième j'ai abandonné ce terrein avec un dégoût égal à l'empreſſement que j'avois eu pour le cultiver. On n'en ſera pas ſurpris lorſque je dirai, qu'à la première année, outre les ennemis que j'eus à combattre, comme les mulots, les oiſeaux, &c. la quantité des mauvaiſes herbes fut ſi grande, qu'on étoit obligé de ſarcler continuellement, & qu'en le faiſant à la main & avec la plus grande précaution, on ne pouvoit cependant s'empêcher de déranger les racines des petits arbres naiſſans, ce qui leur cauſoit un préjudice ſenſible; je me ſouvins alors, mais trop tard, de la remarque des jardiniers, qui, la première année n'attendent rien d'un jardin neuf, & qui ont bien de la peine dans les trois

trois premières années à purger le terrein des mauvaiſes herbes dont il eſt rempli. Mais ce ne fut pas là le plus grand inconvénient, l'eau me manqua pendant l'été, & ne pouvant arroſer mes jeunes plants, ils en ſouffrirent d'autant plus qu'ils y avoient été accoutumés au printemps; d'ailleurs le grand ſoin avec lequel on ôtoit les mauvaiſes herbes, par de petits labours réitérés, avoit rendu le terrein net, & ſur la fin de l'été la terre étoit devenue brûlante & d'une ſéchereſſe affreuſe, ce qui ne ſeroit point arrivé ſi on ne l'avoit pas cultivée auſſi ſouvent, & ſi on eût laiſſé les mauvaiſes herbes qui avoient crû depuis le mois de juillet. Mais le tort irréparable fut celui que cauſa la gelée du printemps ſuivant: mon terrein quoique bien ſitué, n'étoit pas aſſez éloigné des bois pour que la tranſpiration des feuilles naiſſantes des arbres ne ſe répandît pas ſur mes jeunes plants; cette humidité accompagnée d'un vent de nord, les fit geler au 16 de mai, & dès ce jour je perdis preſque toutes mes eſpérances; cependant je ne voulus point encore abandonner entièrement mon projet, je tâchai de remédier au mal cauſé par la gelée, en faiſant couper toutes les parties mortes ou malades; cette opération fit un grand bien, mes jeunes arbres reprirent de la vigueur, & comme je n'avois qu'une certaine quantité d'eau à leur donner, je la réſervai pour le beſoin preſſant; je diminuai auſſi le nombre des labours, crainte de trop deſſécher la terre, & je fus aſſez content du ſuccès de ces petites attentions: la sève d'août fut abondante, &

mes jeunes plants poufsèrent plus vigoureufement qu'au printemps ; mais le but principal étoit manqué, le grand & prompt accroiffement que je defirois, fe réduifoit au quart de ce que j'avois efpéré, & de ce que j'avois vu dans mon jardin : cela ralentit beaucoup mon ardeur, & je me contentai, après avoir fait un peu élaguer mes jeunes plants, de leur donner deux labours l'année fuivante, & encore y eut-il un efpace d'environ un quart d'arpent qui fut oublié & qui ne reçut aucune culture. Cet oubli me valut une connoiffance, car j'obfervai avec quelque furprife, que les jeunes plants de ce canton étoient auffi vigoureux que ceux du canton cultivé ; & cette remarque changea mes idées au fujet de la culture, & me fit abandonner ce terrein qui m'avoit tant coûté. Avant que de le quitter, je dois avertir que ces cultures ont cependant fait avancer confidérablement l'accroiffement des jeunes arbres, & que je ne me fuis trompé fur cela que du plus au moins : mais la grande erreur de tout ceci eft la dépenfe, le produit n'eft point du tout proportionné, & plus on répand d'argent dans un terrein qu'on veut convertir en bois, plus on fe trompe ; c'eft un intérêt qui décroît à mefure qu'on fait de plus grands fonds.

Il faut donc tourner fes vues d'un autre côté, la dépenfe devenant trop forte, il faut renoncer à ces cultures extraordinaires, & même à ces cultures qu'on donne ordinairement aux jeunes plants deux fois l'année en ferfouiffant légèrement la terre à leur pied ; outre des

inconvéniens réels de cette dernière eſpèce de culture, celui de la dépenſe eſt ſuffiſant pour qu'on s'en dégoûte aiſément, ſur-tout ſi l'on peut y ſubſtituer quelque choſe de meilleur & qui coûte beaucoup moins.

Le moyen de ſuppléer aux labours & preſque à toutes les autres eſpèces de cultures, c'eſt de couper les jeunes plants juſqu'auprès de terre; ce moyen tout ſimple qu'il paroît, eſt d'une utilité infinie, & lorſqu'il eſt mis en œuvre à propos, il accélère de pluſieurs années le ſuccès d'une plantation. Qu'on me permette, à ce ſujet, un peu de détail, qui peut-être ne déplaira pas aux amateurs de l'Agriculture.

Tous les terreins peuvent ſe réduire à deux eſpèces, ſavoir, les terreins forts & les terreins légers; cette diviſion quelque générale qu'elle ſoit, ſuffit à mon deſſein. Si l'on veut ſemer dans un terrein léger, on peut le faire labourer; cette opération fait d'autant plus d'effet, & cauſe d'autant moins de dépenſe que le terrein eſt plus léger: il ne faut qu'un ſeul labour, & on sème le gland en ſuivant la charrue. Comme ces terreins ſont ordinairement ſecs & brûlans, il ne faut point arracher les mauvaiſes herbes que produit l'été ſuivant, elles entretiennent une fraicheur bienfaiſante, & garantiſſent les petits chênes de l'ardeur du Soleil, enſuite venant à périr & à ſécher pendant l'automne, elles ſervent de chaume & d'abri pendant l'hiver, & empêchent les racines de geler; il ne faut donc aucune eſpèce de culture dans ces terreins ſablonneux. J'ai ſemé en bois un grand nombre d'arpens de cette

nature de terrein, & j'ai réuſſi au-delà de mes eſpérances; les racines des jeunes arbres trouvant une terre légère & aiſée à diviſer, s'étendent & profitent de tous les ſucs qui leur ſont offerts; les pluies & les roſées pénètrent facilement juſqu'aux racines, il ne faut qu'un peu de couvert & d'abri pour faire réuſſir un ſemis dans des terreins de cette eſpèce; mais il eſt bien plus difficile de faire croître du bois dans des terreins forts, & il faut une pratique toute différente; dans ces terreins les premiers labours ſont inutiles & ſouvent nuiſibles, la meilleure manière eſt de planter les glands à la pioche ſans aucune culture précédente; mais il ne faut pas les abandonner comme les premiers, au point de les perdre de vue & de n'y plus penſer, il faut au contraire les viſiter ſouvent; il faut obſerver la hauteur à laquelle ils ſe ſeront élevés la première année, obſerver enſuite s'ils ont pouſſé plus vigoureuſement à la ſeconde année qu'à la première, & à la troiſième qu'à la ſeconde: tant que l'accroiſſement va en augmentant ou même tant qu'il ſe ſoutient ſur le même pied, il ne faut pas y toucher, mais on s'apercevra ordinairement à la troiſième année que l'accroiſſement va en diminuant, & ſi on attend la quatrième, la cinquième, la ſixième, &c. on reconnoîtra que l'accroiſſement de chaque année eſt toujours plus petit; ainſi dès qu'on s'apercevra, que ſans qu'il y ait eu de gelées ou d'autres accidens, les jeunes arbres commencent à croître de moins en moins, il faut les faire couper juſqu'à terre au mois de mars, & l'on gagnera un grand nombre d'années. Le

jeune arbre livré à lui-même dans un terrein fort & ſerré ne peut étendre ſes racines, la terre trop dure les fait refouler ſur elles-mêmes, les petits filets tendres & herbacés qui doivent nourrir l'arbre & former la nouvelle production de l'année, ne peuvent pénétrer la ſubſtance trop ferme de la terre ; ainſi l'arbre languit privé de nourriture, & la production annuelle diminue ſouvent juſqu'au point de ne donner que des feuilles & quelques boutons. Si vous coupez cet arbre, toute la force de la sève ſe porte aux racines, en développe tous les germes, & agiſſant avec plus de puiſſance contre le terrein qui leur réſiſte, les jeunes racines s'ouvrent des chemins nouveaux, & diviſent par le ſurcroît de leur force, cette terre qu'elles avoient juſqu'alors vainement attaquée, elles y trouvent abondamment des ſucs nourriciers ; & dès qu'elles ſont établies dans ce nouveau pays, elles pouſſent avec vigueur au-dehors la ſurabondance de leur nourriture, & produiſent dès la première année un jet plus vigoureux & plus élevé que ne l'étoit l'ancienne tige de trois ans. J'ai ſi ſouvent réitéré cette expérience que je dois la donner comme un fait ſûr, & comme la pratique la plus utile que je connoiſſe dans la culture des bois.

Dans un terrein qui n'eſt que ferme ſans être trop dur, il ſuffira de receper une ſeule fois les jeunes plants pour les faire réuſſir. J'ai des cantons aſſez conſidérables d'une terre ferme & paîtriſſable, où les jeunes plants n'ont été coupés qu'une fois, où ils croiſſent à merveille, & où j'aurai du bois taillis prêt à couper dans quelques

années. Mais j'ai remarqué dans un autre endroit où la terre est extrêmement forte & dure, qu'ayant fait couper à la feconde année mes jeunes plants, parce qu'ils étoient languiffans, cela n'a pas empêché qu'au bout de quatre autres années on n'ait été obligé de les couper une feconde fois, & je vais rapporter une autre expérience qui fera voir la néceffité de couper deux fois dans de certains cas.

J'ai fait planter, depuis dix ans, un nombre très-confidérable d'arbres de plufieurs efpèces, comme des ormes, des frênes, des charmes, &c. La première année tous ceux qui reprirent, poufsèrent affez vigoureufement; la feconde année ils ont pouffé plus foiblement; la troifième année plus languiffamment; ceux qui me parurent les plus malades, étoient ceux qui étoient les plus gros & les plus âgés lorfque je les fis tranfplanter. Je voyois que la racine n'avoit pas la force de nourrir ces grandes tiges, cela me détermina à les faire couper; je fis faire la même opération aux plus petits les années fuivantes, parce que leur langueur devint telle, que fans un prompt fecours, elle ne laiffoit plus rien à efpérer; cette première coupe renouvela mes arbres & leur donna beaucoup de vigueur, fur-tout pendant les deux premières années, mais à la troifième je m'aperçus d'un peu de diminution dans l'accroiffement; je l'attribuai d'abord à la température des faifons de cette année, qui n'avoit pas été auffi favorable que celle des années précédentes; mais je reconnus clairement pendant l'année fuivante, qui fut

heureuſe pour les plantes, que le mal n'avoit pas été cauſé par la ſeule intempérie des ſaiſons; l'accroiſſement de mes arbres continuoit à diminuer, & auroit toujours diminué, comme je m'en ſuis aſſuré en laiſſant ſur pied quelques-uns d'entr'eux, ſi je ne les avois pas fait couper une ſeconde fois. Quatre ans ſe ſont écoulés depuis cette ſeconde coupe, ſans qu'il y ait eu de diminution dans l'accroiſſement, & ces arbres qui ſont plantés dans un terrein qui eſt en friche depuis plus de vingt ans, & qui n'ont jamais été cultivés au pied, ont autant de force, & la feuille auſſi verte que des arbres de pépinière: preuve évidente que la coupe faite à propos peut ſuppléer à toute autre culture.

Les auteurs d'Agriculture ſont bien éloignés de penſer comme nous ſur ce ſujet; ils répètent tous les uns après les autres, que pour avoir une futaie, pour avoir des arbres d'une belle venue, il faut bien ſe garder de couper le ſommet des jeunes plants, & qu'il faut conſerver avec grand ſoin le *montant*, c'eſt-à-dire, le jet principal. Ce conſeil n'eſt bon que dans de certains cas particuliers; mais il eſt généralement vrai, & je puis l'aſſurer après un très-grand nombre d'expériences, que rien n'eſt plus efficace pour redreſſer les arbres, & pour leur donner une tige droite & nette, que la coupe faite au pied. J'ai même obſervé ſouvent que les futaies venues de graines ou de jeunes plants, n'étoient pas ſi belles ni ſi droites que les futaies venues ſur les jeunes ſouches; ainſi on ne doit pas héſiter à mettre en pratique cette eſpèce de culture ſi facile & ſi peu coûteuſe.

Il n'eſt pas néceſſaire d'avertir qu'elle eſt encore plus indiſpenſable lorſque les jeunes plants ont été gelés, il n'y a pas d'autre moyen pour les rétablir que de les receper. On auroit dû, par exemple, receper tous les taillis de deux ou trois ans qui ont été gelés au mois d'octobre 1740, jamais gelée d'automne n'a fait autant de mal: la ſeule façon d'y remédier c'eſt de couper, on ſacrifie trois ans pour n'en pas perdre dix ou douze.

A ces obſervations générales ſur la culture du bois, qu'il me ſoit permis de joindre quelques remarques utiles, & qui doivent même précéder toute culture.

Le chêne & le hêtre ſont les ſeuls arbres, à l'exception des pins & de quelques autres de moindre valeur, qu'on puiſſe ſemer avec ſuccès dans des terreins incultes. Le hêtre peut être ſemé dans les terreins légers, la graine ne peut pas ſortir dans une terre forte, parce qu'elle pouſſe au-dehors ſon enveloppe au-deſſus de la tige naiſſante; ainſi il lui faut une terre meuble & facile à diviſer, ſans quoi elle reſte & pourrit. Le chêne peut être ſemé dans preſque tous les terreins; toutes les autres eſpèces d'arbres veulent être ſemées en pépinière, & enſuite tranſplantées à l'âge de deux ou trois ans.

Il faut éviter de mettre enſemble les arbres qui ne ſe conviennent pas, le chêne craint le voiſinage des pins, des ſapins, des hêtres & de tous les arbres qui pouſſent de groſſes racines dans la profondeur du ſol. En général, pour tirer le plus grand avantage d'un terrein, il faut planter enſemble des arbres qui tirent la ſubſtance du fond

fond en pouſſant leurs racines à une grande profondeur, & d'autres arbres qui puiſſent tirer leur nourriture preſque de la ſurface de la terre, comme ſont les trembles, les tilleuls, les marſeaux & les autres dont les racines s'étendent & courent à quelques pouces ſeulement de profondeur ſans pénétrer plus avant.

Lorſqu'on veut ſemer du bois, il faut attendre une année abondante en glands, non-ſeulement parce qu'ils ſont meilleurs & moins chers, mais encore parce qu'ils ne ſeront pas devorés par les oiſeaux, les mulots & les ſangliers, qui trouvant abondamment du gland dans les forêts ne viendront pas attaquer votre ſemis, ce qui ne manque jamais d'arriver dans des années de diſette. On n'imagineroit pas juſqu'à quel point les ſeuls mulots peuvent détruire un ſemis; j'en avois fait un il y a deux ans, de quinze à ſeize arpens, j'avois ſemé au mois de novembre; au bout de quelques jours je m'aperçus que les mulots emportoient tous les glands: ils habitent ſeuls, ou deux à deux, & quelquefois trois à quatre dans un même trou; je fis découvrir quelques-uns de ces trous, & je fus épouvanté de voir dans chacun un demi-boiſſeau, & ſouvent un boiſſeau de glands que ces petits animaux avoient ramaſſés. Je donnai ordre ſur le champ qu'on dreſſât dans ce canton un grand nombre de piéges, où pour toute amorce on mit une noix grillée; en moins de trois ſemaines de temps on m'apporta près de treize cents mulots. Je ne rapporte ce fait, que pour faire voir combien ils ſont nuiſibles, & par

leur nombre & par leur diligence à ſerrer autant de glands qu'il peut en entrer dans leurs trous.

ARTICLE V.

Addition aux Obſervations précédentes.

I.

DANS un grand terrein très-ingrat & mal ſitué, où rien ne vouloit croître, où le chêne, le hêtre & les autres arbres foreſtiers que j'avois ſemés n'avoient pu réuſſir, où tous ceux que j'avois plantés ne pouvoient s'élever, parce qu'ils étoient tous les ans ſaiſis par les gelées, je fis planter en 1734 des arbres toujours verts; ſavoir, une centaine de petits pins *(a)*, autant d'épicéas & de ſapins que j'avois élevés dans des caiſſes pendant trois ans; la plupart des ſapins périrent dès la première année, & les épicéas dans les années ſuivantes; mais les pins ont réſiſté, & ſe ſont emparés d'eux-mêmes d'un aſſez grand terrein. Dans les quatre ou cinq premières années leur accroiſſement étoit à peine ſenſible, on ne les a ni cultivés ni recepés; entièrement abandonnés aux ſoins de la Nature, ils ont commencé au bout de dix ans à ſe montrer en forme de petits buiſſons; dix ans après ces buiſſons devenus bien plus gros, rapportoient des cônes, dont le vent diſperſoit les graines au loin; dix ans après, c'eſt-à-dire, au bout de trente ans, ces buiſſons avoient pris de la tige, & aujourd'hui en 1774,

---

(a) *Pinus ſilveſtris Genevenſis.*

c'eſt-à-dire, au bout de quarante ans; ces pins forment d'aſſez grands arbres dont les graines ont peuplé le terrein à plus de cent pas de diſtance de chaque arbre. Comme ces petits pins venus de graine, étoient en trop grand nombre, ſur-tout dans le voiſinage de chaque arbre, j'en ai fait enlever un très-grand nombre pour les tranſplanter plus loin, de manière qu'aujourd'hui ce terrein qui contient près de quarante arpens, eſt entièrement couvert de pins & forme un petit bois toujours vert, dans un grand eſpace qui de tout temps avoit été ſtérile.

Lorſqu'on aura donc des terres ingrates, où le bois refuſe de croître, & des parties de terrein ſituées dans des petits vallons en montagne, où la gelée ſupprime les rejetons des chênes & des autres arbres qui quittent leurs feuilles, la manière la plus ſûre & la moins coûteuſe de peupler ces terreins, eſt d'y planter des jeunes pins à vingt ou vingt-cinq pas les uns des autres. Au bout de trente ans tout l'eſpace ſera couvert de pins, & vingt ans après on jouira du produit de la coupe de ce bois, dont la plantation n'aura preſque rien coûté. Et quoique la jouiſſance de cette eſpèce de culture ſoit fort éloignée, la très-petite dépenſe qu'elle ſuppoſe, & la ſatisfaction de rendre vivantes des terres abſolument mortes, ſont des motifs plus que ſuffiſans pour déterminer tout père de famille, & tout bon citoyen à cette pratique utile pour la poſtérité, l'intérêt de l'État, & à plus forte raiſon celui de chaque particulier, eſt qu'il ne reſte aucune terre inculte; celles-ci qui de toutes ſont

les plus ſtériles, & paroiſſent ſe refuſer à toute culture, deviendront néanmoins auſſi utiles que les autres. Car un bois de pins peut rapporter autant & peut-être plus qu'un bois ordinaire, & en l'exploitant convenablement devenir un fonds non-ſeulement auſſi fructueux, mais auſſi durable qu'aucun autre fonds de bois.

La meilleure manière d'exploiter les taillis ordinaires, eſt de faire coupe nette en laiſſant le moins de baliveaux qu'il eſt poſſible; il eſt très-certain que ces baliveaux ſont plus de tort à l'accroiſſement des taillis, plus de perte au propriétaire qu'ils ne donnent de bénéfice, & par conſéquent il y auroit de l'avantage à les tous ſupprimer. Mais comme l'Ordonnance preſcrit d'en laiſſer au moins ſeize par arpent, les gens les plus ſoigneux de leurs bois ne pouvant ſe diſpenſer de cette ſervitude mal entendue, ont au moins grande attention à n'en pas laiſſer davantage, & font abattre à chaque coupe ſubſéquente ces baliveaux réſervés. Dans un bois de pins l'exploitation doit ſe faire tout autrement; comme cette eſpèce d'arbre ne repouſſe pas ſur ſouche ni des rejetons au loin, & qu'il ne ſe propage & multiplie que par les graines qu'il produit tous les ans, qui tombent au pied ou ſont tranſportées par le vent aux environs de chaque arbre, ce ſeroit détruire ce bois que d'en faire coupe nette; il faut y laiſſer cinquante ou ſoixante arbres par arpent, ou pour mieux faire encore, ne couper que la moitié ou le tiers des arbres alternativement, c'eſt-à-dire, éclaircir ſeulement le bois d'un tiers ou de moitié, ayant ſoin de laiſſer les

arbres qui portent le plus de graines; tous les dix ans on ſera pour ainſi dire une demi-coupe, ou même on pourra tous les ans prendre dans ce taillis le bois dont on aura beſoin: cette dernière manière, par laquelle on jouit annuellement d'une partie du produit de ſon fonds, eſt de toutes la plus avantageuſe.

L'épreuve que je viens de rapporter, a été faite en Bourgogne, dans ma terre de Buffon, au-deſſus des collines les plus froides & les plus ſtériles; la graine m'étoit venue des montagnes voiſines de Genève, on ne connoiſſoit point cette eſpèce d'arbre en Bourgogne, qui y eſt maintenant naturaliſé & aſſez multiplié pour en faire à l'avenir de très-grands cantons de bois dans toutes les terres où les autres arbres ne peuvent réuſſir. Cette eſpèce de pin pourra croître & ſe multiplier avec le même ſuccès dans toutes nos provinces, à l'exception peut-être des plus méridionales, où l'on trouve une autre eſpèce de pin, dont les cônes ſont plus alongés, & qu'on connoît ſous le nom de *pin maritime,* ou *pin de Bordeaux,* comme l'on connoît celui dont j'ai parlé, ſous le nom de *pin de Genève.* Je fis venir & ſemer, il y a trente-deux ans, une aſſez grande quantité de ces pins de Bordeaux, ils n'ont pas à beaucoup près auſſi bien réuſſi que ceux de Genève; cependant il y en a quelques-uns qui ſont même d'une très-belle venue parmi les autres, & qui produiſent des graines depuis pluſieurs années, mais on ne s'aperçoit pas que ces graines réuſſiſſent ſans culture, & peuplent

les environs de ces arbres, comme les graines du pin de Genève.

A l'égard des sapins & des épicéas dont j'ai voulu faire des bois par cette même méthode si facile & si peu dispendieuse, j'avouerai qu'ayant fait souvent jeter des graines de ces arbres en très-grande quantité dans ces mêmes terres où le pin a si bien réussi, je n'en ai jamais vu le produit, ni même eu la satisfaction d'en voir germer quelques-unes autour des arbres que j'avois fait planter, quoiqu'ils portent des cônes depuis plusieurs années. Il faut donc un autre procédé, ou du moins ajouter quelque chose à celui que je viens de donner, si l'on veut faire des bois de ces deux dernières espèces d'arbres toujours verts.

I I.

DANS les bois ordinaires, c'est-à-dire, dans ceux qui sont plantés de chênes, de hêtres, de charmes, de frênes, & d'autres arbres dont l'accroissement est plus prompt, tels que les trembles, les bouleaux, les marseaux, les coudriers, &c. il y a du bénéfice à faire couper au bout de douze à quinze ans ces dernières espèces d'arbres, dont on peut faire des cercles ou d'autres menus ouvrages; on coupe en même temps les épines & autres mauvais bois: cette opération ne fait qu'éclaircir le taillis, & bien loin de lui porter préjudice elle en accélère l'accroissement; le chêne, le hêtre & les autres bons arbres n'en croissent que plus vîte, en sorte qu'il y a

le double avantage de tirer d'avance une partie de ſon revenu par la vente de ces bois blancs, propres à faire des cercles, & de trouver enſuite un taillis tout composé de bois de bonne eſſence, & d'un plus gros volume. Mais ce qui peut dégoûter de cette pratique utile, c'eſt qu'il faudroit, pour ainſi dire, la faire par ſes mains; car en vendant le *cerclage* de ces bois aux bûcherons ou aux petits ouvriers qui emploient cette denrée, on riſque toujours la dégradation du taillis, il eſt preſque impoſſible de les empêcher de couper furtivement des chênes ou d'autres bons arbres, & dès-lors le tort qu'ils vous font, fait une grande déduction ſur le bénéfice & quelquefois l'excède.

III.

DANS les mauvais terreins qui n'ont que ſix pouces ou tout au plus un pied de profondeur, & dont la terre eſt graveleuſe & maigre, on doit faire couper les taillis à ſeize ou dix-huit ans; dans les terreins médiocres à vingt-trois ou vingt-quatre ans, & dans les meilleurs fonds, il faut les attendre juſqu'à trente: une expérience de quarante ans m'a démontré que ce ſont à très-peu près les termes du plus grand profit. Dans mes terres, & dans toutes celles qui les environnent, même à pluſieurs lieues de diſtance, on choiſit tout le gros bois, depuis ſept pouces de tour & au-deſſus, pour le faire flotter & l'envoyer à Paris, & tout le menu bois eſt conſommé par le chauffage du peuple ou par les forges; mais dans

d'autres cantons de la province, où il n'y a point de forges, & où les villages éloignés les uns des autres ne font que peu de consommation, tout le menu bois tomberoit en pure perte si l'on n'avoit trouvé le moyen d'y remédier en changeant les procédés de l'exploitation. On coupe ces taillis à peu-près comme j'ai conseillé de couper les bois de pins, avec cette différence qu'au lieu de laisser les grands arbres, on ne laisse que les petits: cette manière d'exploiter les bois en les *jardinant*, est en usage dans plusieurs endroits; on abat tous les plus beaux brins, & on laisse subsister les autres, qui dix ans après sont abattus à leur tour, & ainsi de dix ans en dix ans, ou de douze en douze ans, on a plus de moitié coupe, c'est-à-dire, plus de moitié de produit. Mais cette manière d'exploitation, quoiqu'utile, ne laisse pas d'être sujette à des inconvéniens. On ne peut abattre les plus grands arbres sans faire souffrir les petits. D'ailleurs le bûcheron étant presque toujours mal-à-l'aise, ne peut couper la plupart de ces arbres qu'à un demi-pied, & souvent plus d'un pied au-dessus de terre, ce qui fait un grand tort aux revenues; ces souches élevées ne poussent jamais des rejetons aussi vigoureux ni en aussi grand nombre que les souches coupées à fleur de terre; & l'une des plus utiles attentions qu'on doive donner à l'exploitation des taillis, est de faire couper tous les arbres le plus près de terre qu'il est possible.

IV.

LES bois occupent presque par-tout le haut des

côteaux

côteaux & les ſommets des collines & des montagnes d'une médiocre hauteur. Dans ces eſpèces de plaines au-deſſus des montagnes il ſe trouve des terreins enfoncés, des eſpèces de vallons ſecs & froids, qu'on appelle des *combes.* Quoique le terrein de ces combes ait ordinairement plus de profondeur, & ſoit d'une meilleure qualité que celui des parties élevées qui les environnent, le bois néanmoins n'y eſt jamais auſſi beau, il ne pouſſe qu'un mois plus tard, & ſouvent il y a de la différence de plus de moitié dans l'accroiſſement total. A quarante ans le bois du fond de la combe ne vaut pas plus que celui des côteaux qui l'environnent vaut à vingt ans. Cette prodigieuſe différence eſt occaſionnée par la gelée qui, tous les ans & preſqu'en toute ſaiſon, ſe fait ſentir dans ces combes, & ſupprimant en partie les jeunes rejetons, rend les arbres raſſaus, rabougris & galleux. J'ai remarqué dans pluſieurs coupes où l'on avoit laiſſé quelques bouquets de bois, que tout ce qui étoit auprès de ces bouquets & ſitués à l'abri du vent de nord étoit entièrement gâté par l'effet de la gelée, tandis que tous les endroits expoſés au vent du nord n'étoient point du tout gelés; cette obſervation me fournit la véritable raiſon pourquoi les combes & les lieux bas dans les bois, ſont ſi ſujets à la gelée, & ſi tardifs à l'égard des terreins plus élevés, où les bois deviennent très-beaux, quoique ſouvent la terre y ſoit moins bonne que dans les combes; c'eſt parce que l'humidité & les brouillards qui s'élèvent de la terre, ſéjournent dans les

combes, s'y condenſent, & par ce froid humide occaſionnent la gelée; tandis que ſur les lieux plus élevés, les vents diviſent & chaſſent les vapeurs nuiſibles, & les empêchent de tomber ſur les arbres, ou du moins de s'y attacher en auſſi grande quantité & en auſſi groſſes gouttes. Il y a de ces lieux bas où il gèle tous les mois de l'année, auſſi le bois n'y vaut jamais rien; j'ai quelquefois parcouru en été la nuit à la chaſſe ces différens pays de bois, & je me ſouviens parfaitement que ſur les lieux élevés j'avois chaud, mais qu'auſſitôt que je deſcendois dans ces combes un froid vif & inquiétant, quoique ſans vent, me ſaiſiſſoit, de ſorte que ſouvent à dix pas de diſtance on auroit cru changer de climat; des Charbonniers qui marchoient nus pieds, trouvoient la terre chaude ſur ces éminences, & d'une froidure inſupportable dans ces petits vallons. Lorſque ces combes ſe trouvent ſituées de manière à être enfilées par les vents froids & humides du nord-oueſt, la gelée s'y fait ſentir même aux mois de juillet & d'août; le bois ne peut y croître, les genièvres même ont bien de la peine à s'y maintenir, & ces combes n'offrent, au lieu d'un beau taillis ſemblable à ceux qui les environnent, qu'un eſpace ſtérile, qu'on appelle *une chaume,* & qui diffère d'une friche, en ce qu'on peut rendre celle-ci fertile par la culture, au lieu qu'on ne ſait comment cultiver ou peupler ces chaumes qui ſont au milieu des bois. Les grains qu'on pourroit y ſemer, ſont toujours détruits par les grands froids de l'hiver ou par les gelées du printemps, il n'y a guère que le blé noir

ou ſarazin qui puiſſe y croître, & encore le produit ne vaut pas la dépenſe de la culture. Ces terreins reſtent donc déſerts, abandonnés, & ſont en pure perte. J'ai une de ces combes au milieu de mes bois, qui ſeule contient cent cinquante arpens, dont le produit eſt preſque nul. Le ſuccès de ma plantation de pins, qui n'eſt qu'à une lieue de cette grande combe, m'a déterminé à y planter des jeunes arbres de cette eſpèce; je n'ai commencé que depuis quelques années, je vois déjà par le progrès de ces jeunes plants, que quelque jour cet eſpace ſtérile, de temps immémorial, ſera un bois de pins tout auſſi fourni que le premier que j'ai décrit.

V.

J'ai fait écorcer ſur pied des pins, des ſapins, & d'autres eſpèces d'arbres toujours verts, j'ai reconnu que ces arbres dépouillés de leur écorce, vivent plus long-temps que les chênes auxquels on fait la même opération, & leur bois acquiert de même plus de dureté, plus de force & plus de ſolidité. Il ſeroit donc très-utile de faire écorcer ſur pied les ſapins qu'on deſtine aux mâtures des vaiſſeaux, en les laiſſant deux, trois & même quatre ans ſécher ainſi ſur pied, ils acquerront une force & une durée bien plus grande que dans leur état naturel. Il en eſt de même de toutes les groſſes pièces de chêne que l'on emploie dans la conſtruction des vaiſſeaux, elles ſeroient plus réſiſtantes, plus ſolides & plus durables ſi on les tiroit d'arbres écorcés & ſéchés ſur pied avant de les abattre.

A l'égard des pièces courbes, il vaut mieux prendre des arbres de brin, de la grosseur nécessaire pour faire une seule pièce courbe, que de scier ces courbes dans de plus grosses pièces, celles-ci sont toujours tranchées & foibles, au lieu que les pièces de brin étant courbées dans du sable chaud, conservent presque toute la force de leurs fibres longitudinales; j'ai reconnu en faisant rompre des courbes de ces deux espèces, qu'il y avoit plus d'un tiers de différence dans leur force; que les courbes tranchées cassoient subitement, & que celles qui avoient été courbées par la chaleur graduée & par une charge constamment appliquée, se rétablissoient presque de niveau avant que d'éclater & se rompre.

V I.

On est dans l'usage de marquer avec un gros marteau, portant empreinte des armes du Roi ou des seigneurs particuliers, tous les arbres que l'on veut réserver dans les bois qu'on veut couper; cette pratique est mauvaise, on enlève l'écorce & une partie de l'aubier avant de donner le coup de marteau; la blessure ne se cicatrise jamais parfaitement & souvent elle produit un abreuvoir au pied de l'arbre. Plus la tige en est menue, plus le mal est grand. On retrouve dans l'intérieur d'un arbre de cent ans, les coups de marteau qu'on lui aura donnés à vingt-cinq, cinquante & soixante-quinze ans, & tous ces endroits sont remplis de pourriture, & forment souvent des abreuvoirs ou des fusées en bas ou en haut qui gâtent le pied de l'arbre. Il vaudroit mieux marquer

avec une couleur à l'huile les arbres qu'on voudroit réserver, la dépense seroit à peu-près la même, & la couleur ne feroit aucun tort à l'arbre, & dureroit au moins pendant tout le temps de l'exploitation.

V I I.

On trouve communément dans les bois deux espèces de chênes, ou plutôt deux variétés remarquables & différentes l'une de l'autre à plusieurs égards. La premiere est le chêne à gros gland qui n'est qu'un à un, ou tout au plus deux à deux sur la branche; l'écorce de ces chênes est blanche & lisse, la feuille grande & large, le bois blanc, liant, très-ferme, & néanmoins très-aisé à fendre. La seconde espèce porte ses glands en bouquets ou trochets comme les noisettes, de trois, quatre ou cinq ensemble; l'écorce en est plus brune & toujours gersée, le bois aussi plus coloré, la feuille plus petite, & l'accroissement plus lent. J'ai observé que dans tous les terreins peu profonds, dans toutes les terres maigres on ne trouve que des chênes à petits glands en trochets, & qu'au contraire on ne voit guère que des chênes à gros glands dans les très-bons terreins. Je ne suis pas assuré que cette varieté soit constante & se propage par la graine, mais j'ai reconnu après avoir semé plusieurs années une très-grande quantité de ces glands, tantôt indistinctement & mêlés, & d'autres fois séparés, qu'il ne m'est venu que des chênes à petits glands dans les mauvais terreins, & qu'il n'y a que dans quelques endroits de mes meilleures terres où il se trouve des chênes à gros

glands. Le bois de ces chênes reſſemble ſi ſort à celui du châtaigner par la texture & par la couleur, qu'on les a pris l'un pour l'autre, c'eſt ſur cette reſſemblance qui n'a pas été indiquée, qu'eſt fondée l'opinion que les charpentes de nos anciennes égliſes ſont de bois de châtaigner : j'ai eu occaſion d'en voir quelques-unes, & j'ai reconnu que ces bois prétendus de châtaigner, étoient du chêne blanc à gros glands, dont je viens de parler, qui étoit autrefois bien plus commun qu'il ne l'eſt aujourd'hui, par une raiſon bien ſimple ; c'eſt qu'autrefois avant que la France ne fût auſſi peuplée, il exiſtoit une quantité bien plus grande de bois en bon terrein, & par conſéquent une bien plus grande quantité de ces chênes, dont le bois reſſemble à celui du châtaigner.

Le châtaigner affecte des terreins particuliers, il ne croît point ou vient mal dans toutes les terres dont le fond eſt de matière calcaire, il y a donc de très-grands cantons & des provinces entières où l'on ne voit point de châtaigners dans les bois, & néanmoins on nous montre dans ces mêmes cantons des charpentes anciennes, qu'on prétend être de châtaigner, & qui ſont de l'eſpèce de chêne dont je viens de parler.

Ayant comparé le bois de ces chênes à gros glands, au bois des chênes à petits glands dans un grand nombre d'arbres du même âge, & depuis vingt-cinq ans juſqu'à cent ans & au-deſſus, j'ai reconnu que le chêne à gros glands a conſtamment plus de cœur & moins d'aubier que le chêne à petits glands dans la proportion du double

au ſimple; ſi le premier n'a qu'un pouce d'aubier, ſur huit pouces de cœur, le ſecond n'aura que ſept pouces de cœur, ſur deux pouces d'aubier, & ainſi de toutes les autres meſures; d'où il réſulte une perte du double lorſqu'on équarrit ces bois, car on ne peut tirer qu'une pièce de ſept pouces d'un chêne à petits glands, tandis qu'on tire une pièce de huit pouces d'un chêne à gros glands de même âge & de même groſſeur. On ne peut donc recommander aſſez la conſervation & le repeuplement de cette belle eſpèce de chênes, qui a ſur l'eſpèce commune le plus grand avantage d'un accroiſſement plus prompt, & dont le bois eſt non-ſeulement plus plein, plus fort, mais encore plus élaſtique. Le trou fait par une balle de mouſquet dans une planche de ce chêne, ſe rétrécit par le reſſort du bois de plus d'un tiers de plus que dans le chêne commun, & c'eſt une raiſon de plus de préférer ce bon chêne pour la conſtruction des vaiſſeaux; le boulet de canon ne le feroit point éclater, & les trous ſeroient plus aiſés à boucher. En général, plus les chênes croiſſent vîte, plus ils forment de cœur & meilleurs ils ſont pour le ſervice, à groſſeur égale; leur tiſſu eſt plus ferme que celui des chênes qui croiſſent lentement, parce qu'il y a moins de cloiſons, moins de ſéparation entre les couches ligneuſes dans le même eſpace.

TREIZIÈME MÉMOIRE.

RECHERCHES

De la cause de l'excentricité des couches ligneuses qu'on aperçoit quand on coupe horizontalement le tronc d'un arbre; de l'inégalité d'épaisseur, & du différent nombre de ces couches, tant dans le bois formé que dans l'aubier.

Par M.rs DUHAMEL & DE BUFFON.

ON ne peut travailler plus utilement pour la Physique, qu'en constatant des faits douteux, & en établissant la vraie origine de ceux qu'on attribuoit sans fondement à des causes imaginaires ou insuffisantes. C'est dans cette vue que nous avons entrepris, M. de Buffon & moi, plusieurs recherches d'Agriculture; que nous avons, par exemple, fait des observations & des expériences sur l'accroissement & l'entretien des arbres, sur leurs maladies & sur leurs défauts, sur les plantations & sur le rétablissement des forêts, &c. Nous commençons à rendre compte à l'Académie du succès de ce travail, par l'examen d'un fait dont presque tous les auteurs d'Agriculture font mention, mais qui n'a été (nous n'hésitons pas de le dire) qu'entrevu, & qu'on a pour cette raison attribué à des causes qui sont bien éloignées de la vérité.

Tout le monde sait que quand on coupe horizontalement le

le tronc d'un chêne; par exemple, on aperçoit dans le cœur & dans l'aubier des cercles ligneux qui l'enveloppent; ces cercles ſont ſéparés les uns des autres par d'autres cercles ligneux d'une ſubſtance plus rare, & ce ſont ces derniers qui diſtinguent & ſéparent la crûe de chaque année: il eſt naturel de penſer que ſans des accidens particuliers, ils devroient être tous à peu-près d'égale épaiſſeur, & également éloignés du centre.

Il en eſt cependant tout autrement, & la plupart des auteurs d'Agriculture, qui ont reconnu cette différence, l'ont attribuée à différentes cauſes, & en ont tiré diverſes conſéquences; les uns, par exemple, veulent qu'on obſerve avec ſoin la ſituation des jeunes arbres dans les pépinières, pour les orienter dans la place qu'on leur deſtine, ce que les Jardiniers appellent *planter à la bouſſole;* ils ſoutiennent que le côté de l'arbre qui étoit oppoſé au Soleil dans la pépinière ſouffre immanquablement de ſon action lorſqu'il y eſt expoſé.

D'autres veulent que les cercles ligneux de tous les arbres ſoient excentriques, & toujours plus éloignés du centre ou de l'axe du tronc de l'arbre du côté du midi que du côté du nord, ce qu'ils propoſent aux voyageurs qui ſeroient égarés dans les forêts, comme un moyen aſſuré de s'orienter & de retrouver leur route.

Nous avons cru devoir nous aſſurer par nous-mêmes de ces deux faits; & d'abord pour reconnoitre ſi les arbres tranſplantés ſouffrent lorſqu'ils ſe trouvent à une ſituation contraire à celle qu'ils avoient dans la pépinière,

nous avons choiſi cinquante ormes qui avoient été élevés dans une vigne, & non pas dans une pépinière touffue, afin d'avoir des ſujets dont l'expoſition fût bien décidée. J'ai fait, à une même hauteur, élever tous ces arbres, dont le tronc avoit douze à treize pouces de circonférence, & avant de les arracher, j'ai marqué d'une petite entaille le côté expoſé au midi, enſuite je les ai fait planter ſur deux lignes; obſervant de les mettre alternativement, un dans la ſituation où il avoit été élevé, & l'autre dans une ſituation contraire, en ſorte que j'ai eu vingt-cinq arbres orientés comme dans la vigne, à comparer avec vingt-cinq autres qui étoient dans une ſituation toute oppoſée: en les plantant ainſi alternativement, j'ai évité tous les ſoupçons qui auroient pu naître des veines de terre, dont la qualité change quelquefois tout d'un coup. Mes arbres ſont prêts à faire leur troiſième pouſſe, je les ai bien examinés, il ne me paroît pas qu'il y ait aucune différence entre les uns & les autres; il eſt probable qu'il n'y en aura pas dans la ſuite, car ſi le changement d'expoſition doit produire quelque choſe, ce ne peut être que dans les premières années, & juſqu'à ce que les arbres ſe ſoient accoutumés aux impreſſions du ſoleil & du vent, qu'on prétend être capables de produire un effet ſenſible ſur ces jeunes ſujets.

Nous ne déciderons cependant pas que cette attention eſt ſuperflue dans tous les cas, car nous voyons dans les terres légères, les pêchers & les abricotiers de haute

tige, plantés en eſpalier au midi, ſe deſſécher entièrement du côté du ſoleil, & ne ſubſiſter que par le côté du mur. Il ſemble donc que dans les pays chauds, ſur le penchant des montagnes, au midi, le ſoleil peut produire un effet ſenſible ſur la partie de l'écorce qui lui eſt expoſée, mais mon expérience décide inconteſtablement que dans notre climat & dans les ſituations ordinaires, il eſt inutile d'orienter les arbres qu'on tranſplante; c'eſt toujours une attention de moins, qui ne laiſſeroit pas que de gêner lorſqu'on plante des arbres en alignement; car pour peu que le tronc des arbres ſoit un peu courbe, ils font une grande difformité quand on n'eſt pas le maître de mettre la courbure dans le ſens de l'alignement.

A l'égard de l'excentricité des couches ligneuſes vers le midi; nous avons remarqué que les gens les plus au fait de l'exploitation des forêts, ne ſont point d'accord ſur ce point. Tous, à la vérité, conviennent de l'excentricité des couches annuelles, mais les uns prétendent que ces couches ſont plus épaiſſes du côté du nord, parce que, diſent-ils, le ſoleil deſsèche le côté du midi, & ils appuient leur ſentiment ſur le prompt accroiſſement des arbres des pays ſeptentrionaux qui viennent plus vîte, & groſſiſſent davantage que ceux des pays méridionaux.

D'autres, au contraire, & c'eſt le plus grand nombre, prétendent avoir obſervé que les couches ſont plus épaiſſes du côté du midi, & pour ajouter à leur obſervation un raiſonnement phyſique, ils diſent que le ſoleil étant le

principal moteur de la sève, il doit la déterminer à paſſer avec plus d'abondance dans la partie où il a le plus d'action, pendant que les pluies qui viennent ſouvent du vent du midi humectent l'écorce, la nourriſſent, ou du moins préviennent le deſſèchement que la chaleur du ſoleil auroit pu cauſer.

Voilà donc des ſujets de doute entre ceux-là même qui ſont dans l'uſage actuel d'exploiter des bois, & on ne doit pas s'en étonner, car les différentes circonſtances produiſent des variétés conſidérables dans l'accroiſſement des couches ligneuſes. Nous allons le prouver par pluſieurs expériences, mais avant que de les rapporter, il eſt bon d'avertir que nous diſtinguons ici les chênes, d'abord en deux eſpèces, ſavoir, ceux qui portent des glands à longs pédicules, & ceux dont les glands ſont preſque collés à la branche. Chacune de ces eſpèces en donne trois autres; ſavoir, les chênes qui portent de très-gros glands, ceux dont les glands ſont de médiocre groſſeur, & enfin ceux dont les glands ſont très-petits. Cette diviſion qui ſeroit groſſière & imparfaite pour un Botaniſte, ſuffit aux foreſtiers, & nous l'avons adoptée, parce que nous avons cru apercevoir quelque différence dans la qualité du bois de ces eſpèces, & que d'ailleurs il ſe trouve dans nos forêts un très-grand nombre d'eſpèces différentes de chênes dont le bois eſt abſolument ſemblable, auxquelles par conſéquent nous n'avons pas eu d'égard.

EXPÉRIENCE PREMIÈRE.

LE 27 mars 1734, pour nous assurer si les arbres croissent du côté du midi plus que du côté du nord, M. de Buffon a fait couper un chêne à gros gland, âgé d'environ soixante ans, à un bon pied & demi au-dessus de la surface du terrein, c'est-à-dire, dans l'endroit où la tige commence à se bien arrondir, car les racines causent toujours un élargissement au pied des arbres; celui-ci étoit situé dans une lisière découverte à l'orient, mais un peu couverte au nord d'un côté, & de l'autre au midi. Il a fait faire la coupe le plus horizontalement qu'il a été possible, & ayant mis la pointe d'un compas dans le centre des cercles annuels, il a reconnu qu'il coïncidoit avec celui de la circonférence de l'arbre, & qu'ainsi tous les côtés avoient également grossi; mais ayant fait couper ce même arbre à vingt pieds plus haut, le côté du nord étoit plus épais que celui du midi; il a remarqué qu'il y avoit une grosse branche du côté du nord, un peu au-dessous des vingt pieds.

EXPÉRIENCE II.

LE même jour il a fait couper de la même façon, à un pied & demi au-dessus de terre, un chêne à petits glands, âgé d'environ quatre-vingts ans, situé comme le précédent, il avoit plus grossi du côté du midi que du côté du nord. Il a observé qu'il y avoit au-dedans de l'arbre un nœud fort serré du côté du nord qui venoit des racines.

EXPÉRIENCE III.

LE même jour il a fait couper de même un chêne à glands de médiocre grosseur, âgé de soixante ans, dans une lisiere exposée au midi; le côté du midi étoit plus fort que celui du nord, mais il l'étoit beaucoup moins que celui du levant. Il a fait fouiller au pied de l'arbre, & il a vu que la plus grosse racine étoit du côté du levant; il a ensuite fait couper cet arbre à deux pieds plus haut, c'est-à-dire, à près de quatre pieds de terre en tout, & à cette hauteur le côté du nord étoit plus épais que tous les autres.

EXPÉRIENCE IV.

LE même jour il a fait couper à la même hauteur un chêne à gros glands, âgé d'environ soixante ans, dans une lisière exposée au levant, & il a trouvé qu'il avoit également grossi de tous côtés; mais à un pied & demi plus haut, c'est-à-dire, à trois pieds au-dessus de la terre, le côté du midi étoit un peu plus épais que celui du nord.

EXPÉRIENCE V.

UN autre chêne à gros glands, âgé d'environ trente-cinq ans, d'une lisière exposée au levant, avoit grossi d'un tiers de plus du côté du midi que du côté du nord, à un pied au-dessus de terre; mais à un pied plus haut cette inégalité diminuoit déjà, & à un pied plus haut il avoit également grossi de tous côtés: cependant

en le faisant encore couper plus haut, le côté du midi étoit un tant soit peu plus fort.

Expérience VI.

Un autre chêne à gros glands, âgé de trente-cinq ans, d'une lisière exposée au midi, coupé à trois pieds au-dessus de terre, étoit un peu plus fort au midi qu'au nord, mais bien plus fort du côté du levant que d'aucun autre côté.

Expérience VII.

Un autre chêne de même âge & mêmes glands, situé au milieu des bois, étoit également crû du côté du midi & du côté du nord, & plus du côté du levant que du côté du couchant.

Expérience VIII.

Le 29 mars 1734, il a continué ces épreuves & il a fait couper, à un pied & demi au-dessus de terre, un chêne à gros glands, d'une très-belle venue, âgé de quarante ans, dans une lisière exposée au midi; il avoit grossi du côté du nord beaucoup plus que d'aucun autre côté, celui du midi étoit même le plus foible de tous. Ayant fait fouiller au pied de l'arbre, il a trouvé que la plus grosse racine étoit du côté du nord.

Expérience IX.

Un autre chêne de même espèce, même âge &

à la même expoſition, coupé à la même hauteur d'un pied & demi au-deſſus de la ſurface du terrein, avoit groſſi du côté du midi plus que du côté du nord. Il a fait fouiller au pied, & il a trouvé qu'il y avoit une groſſe racine du côté du midi, & qu'il n'y en paroiſſoit point du côté du nord.

EXPÉRIENCE X.

UN autre chêne de même eſpèce, mais âgé de ſoixante ans, & abſolument iſolé, avoit plus groſſi du côté du nord que d'aucun autre côté. En fouillant il a trouvé que la plus groſſe racine étoit du côté du nord.

Je pourrois joindre à ces obſervations beaucoup d'autres pareilles que M. de Buffon a fait exécuter en Bourgogne, de même qu'un grand nombre que j'ai faites dans la forêt d'Orléans, qui ſe montent à l'examen de plus de quarante arbres, mais dont il m'a paru inutile de donner le détail. Il ſuffit de dire qu'elles décident toutes que l'aſpect du midi ou du nord, n'eſt point du tout la cauſe de l'excentricité des couches ligneuſes, mais qu'elle ne doit s'attribuer qu'à la poſition des racines & des branches, de ſorte que les couches ligneuſes ſont toujours plus épaiſſes du côté où il y a plus de racines ou de plus vigoureuſes. Il ne faut cependant pas manquer de rapporter une expérience que M. de Buffon a faite, & qui eſt abſolument déciſive.

Il choiſit ce même jour 29 mars, un chêne iſolé, auquel il avoit remarqué quatre racines à peu-près égales & diſpoſées

& diſpoſées aſſez regulièrement, en ſorte que chacune répondoit à très-peu près à un des quatre points cardinaux, & l'ayant fait couper à un pied & demi au-deſſus de la ſurface du terrein, il trouva, comme il le ſoupçonnoit, que le centre des couches ligneuſes coïncidoit avec celui de la circonférence de l'arbre, & que par conſéquent il avoit groſſi de tous côtés également.

Ce qui nous a pleinement convaincu que la vraie cauſe de l'excentricité des couches ligneuſes eſt la poſition des racines, & quelquefois des branches, & que ſi l'aſpect du midi ou du nord, &c. influe ſur les arbres pour les faire groſſir inégalement, ce ne peut être que d'une manière inſenſible, puiſque dans tous ces arbres, tantôt c'étoit les couches ligneuſes du côté du midi qui étoient les plus épaiſſes, & tantôt celles du côté du nord ou de tout autre côté, & que quand nous avons coupé des troncs d'arbres à différentes hauteurs, nous avons trouvé les couches ligneuſes, tantôt plus épaiſſes d'un côté, tantôt d'un autre.

Cette dernière obſervation m'a engagé à faire fendre pluſieurs corps d'arbres par le milieu. Dans quelques-uns le cœur ſuivoit à peu-près en ligne droite l'axe du tronc; mais dans le plus grand nombre, & dans les bois même les plus parfaits & de la meilleure fente, il faiſoit des inflexions en forme de zigzag; outre cela, dans le centre de preſque tous les arbres, j'ai remarqué auſſi-bien que M. de Buffon, que dans une épaiſſeur d'un pouce ou un pouce & demi vers le centre, il y avoit pluſieurs petits

nœuds, en ſorte que le bois ne s'eſt trouvé bien franc qu'au-delà de cette petite épaiſſeur.

Ces nœuds viennent ſans doute de l'éruption des branches que le chêne pouſſe en quantité dans ſa jeuneſſe, qui venant à périr, ſe recouvrent avec le temps, & forment ces petits nœuds auxquels on doit attribuer en partie cette direction irrégulière du cœur qui n'eſt pas naturelle aux arbres. Elle peut venir auſſi de ce qu'ils ont perdu dans leur jeuneſſe leur flèche ou montant principal par la gelée, l'abroutiſſement du bétail, la force du vent ou de quelqu'autre accident, car ils ſont alors obligés de nourrir des branches latérales pour en former leurs tiges, & le cœur de ces branches ne répondant pas à celui du tronc, il s'y fait un changement de direction. Il eſt vrai que peu à peu ces branches ſe redreſſent, mais il reſte toujours une inflexion dans le cœur de ces arbres.

Nous n'avons donc pas aperçu que l'expoſition produisît rien de ſenſible ſur l'épaiſſeur des couches ligneuſes, & nous croyons que quand on en remarque plus d'un côté que d'un autre, elle vient preſque toujours de l'inſertion des racines, ou de l'éruption de quelques branches, ſoit que ces branches exiſtent actuellement, ou qu'ayant péri, leur place ſoit recouverte. Les plaies cicatriſées, la gélivure, le double aubier, dans un même arbre, peuvent encore produire cette augmentation d'épaiſſeur des couches ligneuſes; mais nous la croyons abſolument indépendante de l'expoſition, ce que nous allons encore prouver par pluſieurs obſervations familières.

OBSERVATION PREMIÈRE.

TOUT le monde peut avoir remarqué dans les vergers, des arbres qui s'emportent, comme disent les Jardiniers, sur une de leurs branches, c'est-à-dire, qu'ils poussent sur cette branche avec vigueur, pendant que les autres restent chétives & languissantes. Si l'on fouille au pied de ces arbres pour examiner leurs racines, on trouvera à peu-près la même chose qu'au-dehors de la terre, c'est-à-dire, que du côté de la branche vigoureuse, il y aura de vigoureuses racines, pendant que celles de l'autre côté seront en mauvais état.

OBSERVATION II.

QU'UN arbre soit planté entre un gazon & une terre façonnée, ordinairement la partie de l'arbre qui est du côté de la terre labourée, sera plus verte & plus vigoureuse que celle qui répond au gazon.

OBSERVATION III.

ON voit souvent un arbre perdre subitement une branche, & si l'on fouille au pied, on trouve le plus ordinairement la cause de cet accident dans le mauvais état où se trouvent les racines qui répondent à la branche qui a péri.

OBSERVATION IV.

SI on coupe une grosse racine à un arbre, comme on le fait quelquefois pour mettre un arbre à fruit, ou

pour l'empêcher de s'emporter ſur une branche, on fait languir la partie de l'arbre à laquelle cette racine correſpondoit, mais il n'arrive pas toujours que ce ſoit celle qu'on vouloit affoiblir, parce qu'on n'eſt pas toujours aſſuré à quelle partie de l'arbre une racine porte ſa nourriture, & une même racine la porte ſouvent à pluſieurs branches; *nous en allons dire quelque choſe dans un* moment.

Observation V.

Qu'on fende un arbre, depuis une de ſes branches, par ſon tronc, juſqu'à une de ſes racines, on pourra remarquer que les racines, de même que les branches, ſont formées d'un faiſceau de fibres, qui ſont une continuation des fibres longitudinales du tronc de l'arbre.

Toutes ces obſervations ſemblent prouver que le tronc des arbres eſt composé de différens paquets de fibres longitudinales, qui répondent par un bout à une racine, & par l'autre, quelquefois à une, & d'autres fois à pluſieurs branches; en ſorte que chaque faiſceau de fibres paroît recevoir ſa nourriture de la racine dont il eſt une continuation. Suivant cela, quand une racine périt, il s'en devroit ſuivre le deſſéchement d'un faiſceau de fibres dans la partie du tronc & dans la branche correſpondante, mais il faut remarquer:

1.° Que dans ce cas les branches ne font que languir, & ne meurent pas entièrement:

2.° Qu'ayant greffé par le milieu ſur un ſujet vigoureux une branche d'orme aſſez forte qui étoit chargée d'autres

petites branches, les rameaux qui étoient ſur la partie inférieure de la branche greffée, pouſsèrent quoique plus foiblement que ceux du ſujet. Et j'ai vu aux Chartreux de Paris, un oranger ſubſiſter & groſſir en cette ſituation quatre ou cinq mois ſur le ſauvageon où il avoit été greffé. Ces expériences prouvent que la nourriture qui eſt portée à une partie d'un arbre, ſe communique à toutes les autres, & par conſéquent la sève a un mouvement de communication latérale. On peut voir ſur cela les expériences de M. Hales; mais ce mouvement latéral ne nuit pas aſſez au mouvement direct de la sève, pour l'empêcher de ſe rendre en plus grande abondance à la partie de l'arbre, & au faiſceau même des fibres qui correſpond à la racine qui la fournit, & c'eſt ce qui fait qu'elle ſe diſtribue principalement à une partie des branches de l'arbre, & qu'on voit ordinairement la partie de l'arbre où répond une racine vigoureuſe, profiter plus que tout le reſte, comme on le peut remarquer ſur les arbres des liſières des forêts, car leurs meilleures racines étant preſque toujours du côté du champ, c'eſt auſſi de ce côté que les couches ligneuſes ſont communément les plus épaiſſes.

Ainſi il paroît par les expériences que nous venons de rapporter, que les couches ligneuſes ſont plus épaiſſes dans les endroits de l'arbre où la sève a été portée en plus grande abondance, ſoit que cela vienne des racines ou des branches, car on ſait que les unes & les autres agiſſent de concert pour le mouvement de la sève.

C'eſt cette même abondance de sève qui fait que l'aubier ſe transforme plutôt en bois, c'eſt d'elle dont dépend l'épaiſſeur relative du bois parſait avec l'aubier dans les différens terreins & dans les diverſes eſpèces, car l'aubier n'eſt autre choſe qu'un bois imparfait, un bois moins denſe, qui a beſoin que la sève le traverſe, & y dépoſe des parties fixes pour remplir ſes pores, & le rendre ſemblable au bois; la partie de l'aubier dans laquelle la sève paſſera en plus grande abondance, ſera donc celle qui ſe transformera plus promptement en bois parfait, & cette transformation doit, dans les mêmes eſpèces, ſuivre la qualité du terrein.

EXPÉRIENCES.

M. de Buffon a fait ſcier pluſieurs chênes à deux ou trois pieds de terre, & ayant fait polir la coupe avec la plane, voici ce qu'il a remarqué:

Un chêne âgé de quarante-ſix ans environ, avoit d'un côté quatorze couches annuelles d'aubier, & du côté oppoſé il en avoit vingt; cependant les quatorze couches étoient d'un quart plus épaiſſes que les vingt de l'autre côté.

Un autre chêne qui paroiſſoit du même âge, avoit d'un côté ſeize couches d'aubier, & du côté oppoſé il en avoit vingt-deux; cependant les ſeize couches étoient d'un quart plus épaiſſes que les vingt-deux.

Un autre chêne de même âge, avoit d'un côté vingt

couches d'aubier, & du côté opposé il en avoit vingt-quatre; cependant les vingt couches étoient d'un quart plus épaisses que les vingt-quatre.

Un autre chêne de même âge, avoit d'un côté dix couches d'aubier, & du côté opposé il en avoit quinze; cependant les dix couches étoient d'un sixième plus épaisses que les quinze.

Un autre chêne de même âge, avoit d'un côté quatorze couches d'aubier, & de l'autre vingt-une; cependant les quatorze couches étoient d'une épaisseur presque double de celles des vingt-une.

Un chêne de même âge, avoit d'un côté onze couches d'aubier, & du côté opposé il en avoit dix-sept; cependant les onze couches étoient d'une épaisseur double de celles des dix-sept.

Il a fait de semblables observations sur les trois espèces de chênes qui se trouvent le plus ordinairement dans les forêts, & il n'y a point aperçu de différence.

Toutes ces expériences prouvent que l'épaisseur de l'aubier est d'autant plus grande que le nombre des couches qui le forment est plus petit. Ce fait paroît singulier, l'explication en est cependant aisée. Pour la rendre plus claire, supposons pour un instant qu'on ne laisse à un arbre que deux racines, l'une à droite, double de celle qui est à gauche; si on n'a point d'attention à la communication latérale de la sève, le côté droit de l'arbre recevroit une fois autant de nourriture que le côté gauche; les

cercles annuels grossiroient donc plus à droite qu'à gauche, & en même temps la partie droite de l'arbre se transformeroit plus promptement en bois parfait que la partie gauche, parce qu'en se distribuant plus de sève dans la partie droite que dans la gauche, il se déposeroit dans les interstices de l'aubier un plus grand nombre de parties fixes propres à former le bois.

Il nous paroît donc assez bien prouvé que de plusieurs arbres plantés dans le même terrein, ceux qui croissent plus vîte, ont leurs couches ligneuses plus épaisses, & qu'en même temps leur aubier se convertit plutôt en bois que dans les arbres qui croissent lentement. Nous allons maintenant faire voir que les chênes qui sont crûs dans les terreins maigres, ont plus d'aubier, par proportion à la quantité de leur bois, que ceux qui sont crûs dans les bons terreins. Effectivement, si l'aubier ne se convertit en bois parfait qu'à proportion que la sève qui le traverse y dépose des parties fixes, il est clair que l'aubier sera bien plus long-temps à se convertir en bois dans les terreins maigres que dans les bons terreins.

C'est aussi ce que j'ai remarqué en examinant des bois qu'on abattoit dans une vente, dont le bois étoit beaucoup meilleur à une de ses extrémités qu'à l'autre, simplement parce que le terrein y avoit plus de fonds.

Les arbres qui étoient venus dans la partie où il y avoit moins de bonne terre, étoient moins gros, leurs couches ligneuses étoient plus minces que dans les autres, ils avoient un plus grand nombre de couches d'aubier, & même

& même généralement plus d'aubier par proportion à la groſſeur de leur bois; je dis par proportion au bois, car ſi on ſe contentoit de meſurer avec un compas l'épaiſſeur de l'aubier dans les deux terreins, on le trouveroit communément bien plus épais dans le bon terrein que dans l'autre.

M. de Buffon a ſuivi bien plus loin ces obſervations, car ayant fait abattre dans un terrein ſec & graveleux, où les arbres commencent à couronner à trente ans, un grand nombre de chênes à médiocres & petits glands, tous âgés de quarante-ſix ans; il fit auſſi abattre autant de chênes de même eſpèce & du même âge dans un bon terrein, où le bois ne couronne que fort tard. Ces deux terreins ſont à une portée de fuſil l'un de l'autre, à la même expoſition, & ils ne diffèrent que par la qualité & la profondeur de la bonne terre, qui dans l'un eſt de quelques pieds, & dans l'autre de huit à neuf pouces ſeulement. Nous avons pris avec une règle & un compas les meſures du cœur & de l'aubier de tous ces différens arbres, & après avoir fait une Table de ces meſures, & avoir pris la moyenne entre toutes, nous avons trouvé :

1.° Qu'à l'âge de quarante-ſix ans, dans le terrein maigre, les chênes communs ou de gland médiocre, avoient 1 d'aubier & $2 + \frac{2}{9}$ de cœur, & les chênes de petits glands 1 d'aubier & $1 + \frac{1}{16}$ de cœur; ainſi dans le terrein maigre les premiers ont plus du double de cœur que les derniers :

2.° Qu'au même âge de quarante-six ans, dans un bon terrein, les chênes communs avoient 1 d'aubier & 3 de cœur, & les chênes de petits glands 1 d'aubier & 2 $\frac{1}{2}$ de cœur; ainsi dans les bons terreins, les premiers ont un sixième de cœur plus que les derniers:

3.° Qu'au même âge de quarante-six ans, dans le même terrein maigre, les chênes communs avoient seize ou dix-sept couches ligneuses d'aubier, & les chênes de petits glands en avoient vingt-une; ainsi l'aubier se convertit plus tôt en cœur dans les chênes communs que dans les chênes de petits glands:

4.° Qu'à l'âge de quarante-six ans, la grosseur du bois de service, y compris l'aubier des chênes à petits glands dans le mauvais terrein, est à la grosseur du bois de service des chênes de même espèce dans le bon terrein, comme 21 $\frac{1}{2}$ sont à 29; d'où l'on tire, en supposant les hauteurs égales, la proportion de la quantité de bois de service dans le bon terrein, à la quantité dans le mauvais terrein, comme 841 sont à 462, c'est-à-dire presque double; & comme les arbres de même espèce s'élèvent à proportion de la bonté & de la profondeur du terrein, on peut assurer que la quantité du bois que fournit un bon terrein, est beaucoup plus du double de celle que produit un mauvais terrein. Nous ne parlons ici que du bois de service, & point du tout du taillis; car après avoir fait les mêmes épreuves & les mêmes calculs sur des arbres beaucoup plus jeunes, comme de vingt-cinq à trente ans, dans le bon & le

mauvais terrein, nous avons trouvé que les différences n'étoient pas à beaucoup près ſi grandes; mais comme ce détail ſeroit un peu long, & que d'ailleurs il y entre quelques expériences ſur l'aubier & le cœur du chêne, ſelon les différens âges, ſur le temps abſolu qu'il faut à l'aubier pour ſe transformer en cœur, & ſur le produit des terreins maigres, comparé au produit des bons terreins, nous renvoyons le tout à un autre Mémoire.

Il n'eſt donc pas douteux que dans les terreins maigres, l'aubier ne ſoit plus épais, par proportion au bois, que dans les bons terreins; & quoique nous ne rapportions rien ici que ſur les proportions des arbres qui ſe ſont trouvés bien ſains, cependant nous remarquerons en paſſant, que ceux qui étoient un peu gâtés, avoient toujours plus d'aubier que les autres. Nous avons pris auſſi les mêmes proportions du cœur & de l'aubier dans les chênes de différens âges, & nous avons reconnu que les couches ligneuſes étoient plus épaiſſes dans les jeunes arbres que dans les vieux, mais auſſi qu'il y en avoit une bien moindre quantité. Concluons donc de nos expériences & de nos obſervations:

I. Que dans tous les cas où la sève eſt portée avec plus d'abondance, les couches ligneuſes, de même que les couches d'aubier y ſont plus épaiſſes, ſoit que l'abondance de cette sève ſoit un effet de la bonté du terrein ou de la bonne conſtitution de l'arbre, ſoit qu'elle dépende de l'âge de l'arbre, de la poſition des branches ou des racines, &c:

II. Que l'aubier se convertit d'autant plus tôt en bois, que la sève est portée avec plus d'abondance dans des arbres ou dans une portion de ces arbres que dans une autre, ce qui est une suite de ce que nous venons de dire :

III. Que l'excentricité des couches ligneuses dépend entièrement de l'abondance de la sève qui se trouve plus grande dans une portion d'un arbre que dans une autre, ce qui est toujours produit par la vigueur des racines, ou des branches qui répondent à la partie de l'arbre où les couches sont les plus épaisses & les plus éloignées du centre :

IV. Que le cœur des arbres suit très-rarement l'axe du tronc, ce qui est produit quelquefois par l'épaisseur inégale des couches ligneuses dont nous venons de parler, & quelquefois par des plaies recouvertes, ou des extravasions de substance, & souvent par les accidens qui ont fait périr le montant principal.

QUATORZIÈME MÉMOIRE.

OBSERVATIONS

Des différens effets que produiſent ſur les végétaux les grandes gelées d'hiver & les petites gelées du printemps.

Par Mrs du Hamel & de Buffon.

LA Phyſique des végétaux qui conduit à la perfection de l'Agriculture, eſt une de ces Sciences dont le progrès ne s'augmente que par une multitude d'obſervations qui ne peuvent être l'ouvrage ni d'un homme ſeul ni d'un temps borné. Auſſi ces obſervations ne paſſent-elles guère pour certaines, que lorſqu'elles ont été répétées & combinées en différens lieux, en différentes ſaiſons, & par différentes perſonnes qui aient eu les mêmes idées. C'a été dans cette vue que nous nous ſommes joints M. de Buffon & moi pour travailler de concert à l'éclairciſſement d'un nombre de phénomènes difficiles à expliquer dans cette partie de l'hiſtoire de la Nature, de la connoiſſance deſquels il peut réſulter une infinité de choſes utiles dans la pratique de l'Agriculture.

L'accueil dont l'Académie a favoriſé les prémices de cette aſſociation, je veux dire le Mémoire formé de nos obſervations ſur l'excentricité des couches ligneuſes, ſur

l'inégalité de l'épaiſſeur de ces couches, ſur les circonſtances qui font que l'aubier ſe convertit plus tôt en bois, ou reſte plus long-temps dans ſon état d'aubier; cet accueil, dis-je, nous a encouragés à donner également toute notre attention à un autre point de cette phyſique végétale, qui ne demandoit pas moins de recherches, & qui n'a pas moins d'utilité que le premier.

La gelée eſt quelqueſois ſi forte pendant l'hiver, qu'elle détruit preſque tous les végétaux, & la diſette de 1709 eſt une époque de ſes cruels effets.

Les grains périrent entièrement, quelques eſpèces d'arbres, comme les noyers, périrent auſſi ſans reſſource; d'autres, comme les oliviers & preſque tous les arbres fruitiers furent moins maltraités, ils repouſsèrent de deſſus leur ſouche, leurs racines n'ayant point été endommagées. Enfin pluſieurs grands arbres plus vigoureux, pouſsèrent au printemps preſque ſur toutes leurs branches, & ne parurent pas en avoir beaucoup ſouffert. Nous ferons cependant remarquer dans la ſuite les dommages réels & irréparables que cet hiver leur a cauſés.

Une gelée qui nous prive des choſes les plus néceſſaires à la vie, qui fait périr entièrement pluſieurs eſpèces d'arbres utiles, & n'en laiſſe preſque aucun qui ne ſe reſſente de ſa rigueur, eſt certainement des plus redoutables; ainſi nous avons tout à craindre des grandes gelées qui viennent pendant l'hiver, & qui nous réduiroient aux dernières extrémités ſi nous en reſſentions plus ſouvent les effets, mais heureuſement on ne peut

citer que deux à trois hivers qui, comme celui de l'année 1709, aient produit une calamité ſi générale.

Les plus grands déſordres que cauſent jamais les gelées du printemps, ne portent pas à beaucoup près ſur des choſes auſſi eſſentielles, quoiqu'elles endommagent les grains, & principalement le ſeigle lorſqu'il eſt nouvellement épié & en lait; on n'a jamais vu que cela ait produit de grandes diſettes, elles n'affectent pas les parties les plus ſolides des arbres, leur tronc ni leurs branches, mais elles détruiſent totalement leurs productions, & nous privent de récoltes de vins & de fruits, & par la ſuppreſſion des nouveaux bourgeons elles cauſent un dommage conſidérable aux forêts.

Ainſi quoiqu'il y ait quelques exemples que la gelée d'hiver nous ait réduits à manquer de pain, & à être privés pendant pluſieurs années d'une infinité de choſes utiles que nous fourniſſent les végétaux; le dommage que cauſent les gelées du printemps, nous devient encore plus important, parce qu'elles nous affligent beaucoup plus fréquemment; car comme il arrive preſque tous les ans quelques gelées en cette ſaiſon, il eſt rare qu'elles ne diminuent nos revenus.

A ne conſidérer que les effets de la gelée, même très-ſuperficiellement, on aperçoit déjà que ceux que produiſent les fortes gelées d'hiver, ſont très-différens de ceux qui ſont occaſionnés par les gelées du printemps, puiſque les unes attaquent le corps même & les parties les plus ſolides des arbres, au lieu que les autres détruiſent

ſimplement leurs productions, & s'oppoſent à leurs accroiſſemens. C'eſt ce qui ſera plus amplement prouvé dans la ſuite de ce Mémoire.

Mais nous ferons voir en même temps qu'elles agiſſent dans des circonſtances bien différentes, & que ce ne ſont pas toujours les terroirs, les expoſitions & les ſituations où l'on remarque que les gelées d'hiver ont produit de plus grands déſordres, qui ſouffrent le plus des gelées du printemps.

On conçoit bien que nous n'avons pas pu parvenir à faire cette diſtinction des effets de la gelée, qu'en raſſemblant beaucoup d'obſervations, qui rempliront la plus grande partie de ce Mémoire. Mais ſeroient-elles ſimplement curieuſes, & n'auroient-elles d'utilité que pour ceux qui voudroient rechercher la cauſe phyſique de la gelée! Nous eſpérons de plus qu'elles ſeront profitables à l'Agriculture, & que ſi elles ne nous mettent pas à portée de nous garantir entièrement des torts que nous fait la gelée, elles nous donneront des moyens pour en parer une partie: c'eſt ce que nous aurons ſoin de faire ſentir, à meſure que nos obſervations nous en fourniront l'occaſion. Il faut donc en donner le détail, que nous commencerons par ce qui regarde les grandes gelées d'hiver, nous parlerons enſuite des gelées du printemps.

Nous ne pouvons pas raiſonner avec autant de certitude des gelées d'hiver que de celles du printemps, parce que, comme nous l'avons déjà dit, on eſt aſſez heureux pour n'éprouver que rarement leurs triſtes effets.

La

La plupart des arbres étant dans cette ſaiſon, dépouillés de fleurs, de fruits & de feuilles, ont ordinairement leurs bourgeons endurcis & en état de ſupporter des gelées aſſez fortes, à moins que l'été précédent n'ait été frais; car en ce cas les bourgeons n'étant pas parvenus à ce degré de maturité que les Jardiniers appellent *aoûtés,* ils ſont hors d'état de réſiſter aux plus médiocres gelées d'hiver; mais ce n'eſt pas l'ordinaire, & le plus ſouvent les bourgeons mûriſſent avant l'hiver, & les arbres ſupportent les rigueurs de cette ſaiſon ſans en être endommagés, à moins qu'il ne vienne des froids exceſſifs, joints à des circonſtances fâcheuſes, dont nous parlerons dans la ſuite.

Nous avons cependant trouvé dans les forêts beaucoup d'arbres attaqués de défauts conſidérables, qui ont certainement été produits par les fortes gelées dont nous venons de parler, & particulièrement par celle de 1709; car quoique cette énorme gelée commence à être aſſez ancienne, elle a produit dans les arbres qu'elle n'a pas entièrement détruits, des défauts qui ne s'effaceront jamais.

Ces défauts ſont, 1.° des gerces qui ſuivent la direction des fibres, & que les gens de forêts appellent *gelivures :*

2.° Une portion de bois mort renfermée dans le bon bois, ce que quelques foreſtiers appellent *la gelivure entrelardée.*

Enfin le double aubier qui eſt une couronne entière de bois imparfait, remplie & recouverte par de bon bois,

il faut détailler ces défauts, & dire d'où ils procèdent. Nous allons commencer par ce qui regarde le double aubier.

L'aubier est, comme l'on sait, une couronne ou une ceinture plus ou moins épaisse de bois blanc & imparfait, qui dans presque tous les arbres se distingue aisément du bois parfait, qu'on appelle le *cœur,* par la différence de sa couleur & de sa dureté. Il se trouve immédiatement sous l'écorce, & il enveloppe le bois parfait, qui dans les arbres sains est à peu-près de la même couleur, depuis la circonférence jusqu'au centre; mais dans ceux dont nous voulons parler, le bois parfait se trouve séparé par une seconde couronne de bois blanc, en sorte que sur la coupe du tronc d'un de ces arbres, on voit alternativement une couronne d'aubier, puis une de bois parfait, ensuite une seconde couronne d'aubier, & enfin un massif de bois parfait. Ce défaut est plus ou moins grand, & plus ou moins commun, selon les différens terreins & les différentes situations; dans les terres fortes & dans le touffu des forêts, il est plus rare & moins considérable que dans les clairières & dans les terres légères.

A la seule inspection de ces couronnes de bois blanc, que nous appellerons dans la suite le *faux aubier,* on voit qu'elles sont de mauvaise qualité; cependant pour en être plus certain, M. de Buffon en a fait faire plusieurs petits soliveaux de deux pieds de longueur, sur neuf à dix lignes d'équarrissage, & en ayant fait faire de pareils de véritable aubier, il a fait rompre les uns & les autres

en les chargeant dans leur milieu, & ceux de ſaux aubier ont toujours rompu ſous un moindre poids que ceux du véritable aubier, quoique, comme l'on ſait, la force de l'aubier ſoit très-petite en comparaiſon de celle du bois formé.

Il a enſuite pris pluſieurs morceaux de ces deux eſpèces d'aubier, il les a peſés dans l'air & enſuite dans l'eau, & il a trouvé que la peſanteur ſpécifique de l'aubier naturel étoit toujours plus grande que celle du faux aubier. Il a fait la même expérience avec le bois du centre de ces mêmes arbres, pour le comparer à celui de la couronne qui ſe trouve entre les deux aubiers, & il a reconnu que la différence étoit à peu-près celle qui ſe trouve naturellement entre la peſanteur du bois du centre de tous les arbres & celle de la circonférence; ainſi tout ce qui eſt devenu bois parfait dans ces arbres défectueux, s'eſt trouvé à peu-près dans l'ordre ordinaire. Mais il n'en eſt pas de même du faux aubier, puiſque, comme le prouvent les expériences que nous venons de rapporter, il eſt plus foible, plus tendre & plus léger que le vrai aubier, quoiqu'il ait été formé vingt & vingt-cinq ans auparavant, ce que nous avons reconnu en comptant les cercles annuels, tant de l'aubier que du bois qui recouvre ce faux aubier; & cette obſervation que nous avons répétée ſur nombre d'arbres, prouve inconteſtablement que ce défaut eſt une ſuite du grand froid de 1709: car il ne faut pas être ſurpris de trouver toujours quelques couches de moins que le nombre des

années qui se sont écoulées depuis 1709, non-seulement parce qu'on ne peut jamais avoir par le nombre des couches ligneuses, l'âge des arbres qu'à trois ou quatre années près, mais encore parce que les premières couches ligneuses qui se sont formées depuis 1709, étoient si minces & si confuses, qu'on ne peut les distinguer bien exactement.

Il est encore sûr, que c'est la portion de l'arbre qui étoit en aubier dans le temps de la grande gelée de 1709, qui au lieu de se perfectionner & de se convertir en bois, est au contraire devenue plus défectueuse; on n'en peut pas douter après les expériences que M. de Buffon a faites pour s'assurer de la qualité de ce faux aubier.

D'ailleurs, il est plus naturel de penser que l'aubier doit plus souffrir des grandes gelées que le bois formé, non-seulement parce qu'étant à l'extérieur de l'arbre, il est plus exposé au froid, mais encore parce qu'il contient plus de sève, & que les fibres sont plus tendres & plus délicates que celles du bois. Tout cela paroît d'abord souffrir peu de difficulté, cependant on pourroit objecter l'observation rapportée dans l'histoire de l'Académie, *année 1710,* par laquelle il paroît qu'en 1709 les jeunes arbres ont mieux supporté le grand froid que les vieux arbres; mais comme le fait que nous venons de rapporter est certain, il faut bien qu'il y ait quelque différence entre les parties organiques, les vaisseaux, les fibres, les vésicules, &c. de l'aubier des vieux arbres & de celui des jeunes: elles seront peut-être plus souples, plus capables

de prêter dans ceux-ci que dans les vieux, de telle ſorte, qu'une force qui ſera capable de faire rompre les unes, ne ſera que dilater les autres. Au reſte, comme ce ſont là des choſes que les yeux ne peuvent apercevoir, & dont l'eſprit reſte peu ſatisfait, nous paſſerons plus légèrement ſur ces conjectures, & nous nous contenterons des faits que nous avons bien obſervés. Cet aubier a donc beaucoup ſouffert de la gelée, c'eſt une choſe inconteſtable, mais a-t-il été entièrement déſorganiſé? il pourroit l'être ſans qu'il s'en fût ſuivi la mort de l'arbre, pourvu que l'écorce fût reſtée ſaine, la végétation auroit pu continuer. On voit tous les jours des ſaules & des ormes qui ne ſubſiſtent que par leur écorce; & la même choſe s'eſt vue long-temps à la pépinière du Roule ſur un oranger qui n'a péri que depuis quelques années.

Mais nous ne croyons pas que le faux aubier dont nous parlons ſoit mort, il m'a toujours paru être dans un état bien différent de l'aubier qu'on trouve dans les arbres qui ſont attaqués de la gelivure entrelardée, & dont nous parlerons dans un moment; il a auſſi paru de même à M. de Buffon, lorſqu'il en a fait faire des ſoliveaux & des cubes, pour les expériences que nous avons rapportées; & d'ailleurs s'il eût été déſorganiſé, comme il s'étend ſur toute la circonférence des arbres, il auroit interrompu le mouvement latéral de la sève, & le bois du centre qui ſe ſeroit trouvé recouvert par cette enveloppe d'aubier mort, n'auroit pas pu végéter, il ſeroit mort auſſi, & ſe ſeroit altéré, ce qui n'eſt pas arrivé,

comme le prouve l'expérience de M. de Buffon, que je pourrois confirmer par plusieurs que j'ai exécutées avec soin, mais dont je ne parlerai pas pour le présent, parce qu'elles ont été faites dans d'autres vues; cependant on ne conçoit pas aisément comment cet aubier a pu être altéré au point de ne pouvoir se convertir en bois, & que bien loin qu'il soit mort, il ait même été en état de fournir de la sève aux couches ligneuses qui se sont formées par-dessus dans un état de perfection, qu'on peut comparer aux bois des arbres qui n'ont souffert aucun accident. Il faut bien cependant que la chose se soit passée ainsi, & que le grand hiver ait causé une maladie incurable à cet aubier; car s'il étoit mort aussi-bien que l'écorce qui le recouvre, il n'est pas douteux que l'arbre auroit péri entièrement; c'est ce qui est arrivé en 1709 à plusieurs arbres dont l'écorce s'est détachée, qui par un reste de sève qui étoit dans leur tronc, ont poussé au printemps, mais qui sont morts d'épuisement avant l'automne, faute de recevoir assez de nourriture pour subsister.

Nous avons trouvé de ces faux aubiers qui étoient plus épais d'un côté que d'un autre, ce qui s'accorde à merveille avec l'état le plus ordinaire de l'aubier. Nous en avons aussi trouvé de très-minces, apparemment qu'il n'y avoit eu que quelques couches d'aubier d'endommagées. Tous ces faux aubiers ne sont pas de la même couleur, & n'ont pas souffert une altération égale, ils ne sont pas aussi mauvais les uns que les autres, & cela

s'accorde à merveille avec ce que nous avons dit plus haut. Enfin nous avons fait fouiller au pied de quelques-uns de ces arbres, pour voir si ce même défaut existoit aussi dans les racines, mais nous les avons trouvées très-saines, ainsi il est probable que la terre qui les recouvroit les avoit garanties du grand froid.

Voilà donc un effet des plus fâcheux des gelées d'hiver, qui pour être renfermé dans l'intérieur des arbres, n'en est pas moins à craindre, puisqu'il rend les arbres qui en sont attaqués, presque inutiles pour toutes sortes d'ouvrages; mais outre cela il est très-fréquent, & on a toutes les peines du monde à trouver quelques arbres qui en soient totalement exempts; cependant on doit conclure des observations que nous venons de rapporter, que tous les arbres dont le bois ne suit pas une nuance réglée depuis le centre où il doit être d'une couleur plus foncée jusqu'auprès de l'aubier, où la couleur s'éclaircit un peu, doivent être soupçonnés de quelques défauts, & même être entièrement rebutés pour les ouvrages de conséquence, si la différence est considérable. Disons maintenant un mot de cet autre défaut, que nous avons appelé *la gelivure entrelardée.*

En sciant horizontalement des pieds d'arbres, on aperçoit quelquefois un morceau d'aubier mort & d'écorce desséchée, qui sont entièrement recouverts par le bois vif. Cet aubier mort occupe à peu-près le quart de la circonférence dans l'endroit du tronc où il se trouve; il est quelquefois plus brun que le bon bois, & d'autres

fois presque blanchâtre. Ce défaut se trouve plus fréquemment sur les côteaux exposés au midi, que par-tout ailleurs. Enfin par la profondeur où cet aubier se trouve, dans le tronc, il paroît dans beaucoup d'arbres avoir péri en 1709, & nous croyons qu'il est dans tous une suite des grandes gelées d'hiver, qui ont fait entièrement périr une portion d'aubier & d'écorce, qui ont ensuite été recouverts par le nouveau bois, & cet aubier mort se trouve presque toujours à l'exposition du midi, parce que le Soleil venant à fondre la glace de ce côté, il en résulte une humidité qui regèle de nouveau & sitôt après que le Soleil a disparu, ce qui forme un verglas qui, comme l'on sait, cause un préjudice considérable aux arbres. Ce défaut n'occupe pas ordinairement toute la longueur du tronc, de sorte que nous avons vu des pièces équarries qui paroissoient très-saines, & que l'on n'a reconnu attaquées de cette gelivure que quand on les a eu refendues, pour en faire des planches ou des membrières. Si ont les eût employées de toute leur grosseur, on les auroit cru exemptes de tous défauts. On conçoit cependant combien un tel vice dans leur intérieur doit diminuer leur force, & précipiter leur dépérissement.

Nous avons dit encore que les fortes gelées d'hiver, faisoient quelquefois fendre les arbres suivant la direction de leurs fibres, & même avec bruit, ainsi il nous reste à rapporter les observations que nous avons pu faire sur cet accident.

On trouve dans les forêts des arbres qui, ayant été

fendus

fendus ſuivant la direction de leurs fibres, ſont marqués d'une arête qui eſt formée par la cicatrice qui a recouvert ces gerçures qui reſtent dans l'intérieur de ces arbres ſans ſe réunir, parce que, comme nous le prouverons dans une autre occaſion, il ne ſe forme jamais de réunion dans les fibres ligneuſes ſitôt qu'elles ont été ſéparées ou rompues. Tous les ouvriers regardent toutes ces fentes comme l'effet des gelées d'hiver, c'eſt pourquoi ils appellent des gelivures, toutes les gerçures qu'ils aperçoivent dans les arbres. Il n'eſt pas douteux que la sève qui augmente de volume lorſqu'elle vient à geler, comme font toutes les liqueurs aqueuſes, peut produire pluſieurs de ces gerçures; mais nous croyons qu'il y en a auſſi qui ſont indépendantes de la gelée, & qui ſont occaſionnées par une trop grande abondance de sève.

Quoi qu'il en ſoit, nous avons trouvé de ces défectuoſités dans tous les terroirs & à toutes les expoſitions, mais plus fréquemment qu'ailleurs dans les terroirs humides, & aux expoſitions du nord & du couchant; peut-être cela vient-il dans un cas de ce que le froid eſt plus violent à ces expoſitions, & dans l'autre, de ce que les arbres qui ſont dans les terroirs marécageux, ont le tiſſu de leurs fibres ligneuſes plus foible & plus rare, & de ce que leur sève eſt plus abondante & plus aqueuſe que dans les terroirs ſecs, ce qui fait que l'effet de la raréfaction des liqueurs par la gelée, eſt plus ſenſible & d'autant plus en état de déſunir les fibres ligneuſes, qu'elles y apportent moins de réſiſtance.

Ce raiſonnement paroît être confirmé par une autre obſervation, c'eſt que les arbres réſineux, comme le ſapin, ſont rarement endommagés par les grandes gelées, ce qui peut venir de ce que leur sève eſt réſineuſe; car on ſait que les huiles ne gèlent pas parfaitement, & qu'au lieu d'augmenter de volume à la gelée, comme l'eau, elles en diminuent lorſqu'elles ſe figent *(a)*.

Au reſte, nous avons ſcié pluſieurs arbres attaqués de cette maladie, & nous avons preſque toujours trouvé ſous la cicatrice proéminente dont nous avons parlé, un dépôt de sève ou du bois pourri, & elle ne ſe diſtingue de ce qu'on appelle dans les forêts *des abreuvoirs* ou *des gouttières*, que parce que ces défauts qui viennent d'une altération des fibres ligneuſes qui s'eſt produite intérieurement, n'a occaſionné aucune cicatrice qui change la forme extérieure des arbres, au lieu que les gelivures qui viennent d'une gerçure qui s'eſt étendue à l'extérieur, & qui s'eſt enſuite recouverte par une cicatrice, forment

(a) M. Hales, ce ſavant Obſervateur, qui nous a tant appris de choſes ſur la végétation, dit dans ſon livre de la *Statique des végétaux, page 19*, que ce ſont les plantes qui tranſpirent le moins, qui réſiſtent le mieux au froid des hivers, parce qu'elles n'ont beſoin pour ſe conſerver, que d'une très-petite quantité de nourriture. Il prouve dans le même endroit, que les plantes qui conſervent leurs feuilles pendant l'hiver, ſont celles qui tranſpirent le moins; cependant on ſait que l'oranger, le myrte, & encore plus le jaſmin d'Arabie, &c. ſont très-ſenſibles à la gelée, quoique ces arbres conſervent leurs feuilles pendant l'hiver; il faut donc avoir recours à une autre cauſe pour expliquer pourquoi certains arbres, qui ne ſe dépouillent pas pendant l'hiver, ſupportent ſi bien les plus fortes gelées.

une arête ou une éminence en forme de corde qui annonce le vice intérieur.

Les grandes gelées d'hiver, produisent sans doute bien d'autres dommages aux arbres, & nous avons encore remarqué plusieurs défauts que nous pourrions leur attribuer avec beaucoup de vraisemblance; mais comme nous n'avons pas pu nous en convaincre pleinement, nous n'ajouterons rien à ce que nous venons de dire, & nous passerons aux observations que nous avons faites sur les effets des gelées du printemps, après avoir dit un mot des avantages & des désavantages des différentes expositions par rapport à la gelée; car cette question est trop intéressante à l'Agriculture, pour ne pas essayer de l'éclaircir, d'autant que les auteurs se trouvent dans des oppositions de sentimens plus capables de faire naitre des doutes, que d'augmenter nos connoissances; les uns prétendent que la gelée se fait sentir plus vivement à l'exposition du nord, les autres voulant que ce soit à celle du midi ou du couchant; & tous ces avis ne sont fondés sur aucune observation. Nous sentons cependant bien ce qui a pu partager ainsi les sentimens, & c'est ce qui nous a mis à portée de les concilier. Mais avant que de rapporter les observations & les expériences qui nous y ont conduits; il est bon de donner une idée plus exacte de la question.

Il n'est pas douteux que c'est à l'exposition du nord qu'il fait le plus grand froid, elle est à l'abri du soleil, qui peut seul dans les grandes gelées tempérer la rigueur

du froid; d'ailleurs elle eſt expoſée au vent de nord, de nord-eſt & de nord-oueſt, qui ſont les plus froids de tous, non-ſeulement à en juger par les effets que ces vents produiſent ſur nous, mais encore par la liqueur des thermometres dont la déciſion eſt bien plus certaine.

Auſſi voyons-nous le long de nos eſpaliers, que la terre eſt ſouvent gelée & endurcie toute la journée au nord, pendant qu'elle eſt meuble, & qu'on la peut labourer au midi.

Quant après cela il ſuccède une forte gelée pendant la nuit, il eſt clair qu'il doit faire bien plus froid dans l'endroit où il y a déjà de la glace, que dans celui où la terre aura été échauffée par le ſoleil; c'eſt auſſi pour cela que même dans les pays chauds, on trouve encore de la neige à l'expoſition du nord, ſur les revers des hautes montagnes; d'ailleurs la liqueur du thermomètre ſe tient toujours plus bas à l'expoſition du nord qu'à celle du midi, ainſi il eſt inconteſtable qu'il y fait plus froid & qu'il y gèle plus fort.

En faut-il davantage pour faire conclure que la gelée doit faire plus de déſordre à cette expoſition qu'à celle du midi? & on ſe confirmera dans ce ſentiment par l'obſervation que nous avons faite de la gelivure ſimple, que nous avons trouvée en plus grande quantité à cette expoſition qu'à toutes les autres.

Effectivement, il eſt ſûr que tous les accidens qui dépendront uniquement de la grande force de la gelée, tels que celui dont nous venons de parler, ſe trouveront

plus fréquemment à l'expoſition du nord que par-tout ailleurs. Mais eſt-ce toujours la grande force de la gelée qui endommage les arbres, & n'y a-t-il pas des accidens particuliers qui font qu'une gelée médiocre leur cauſe beaucoup plus de préjudice que ne font les gelées beaucoup plus violentes quand elles arrivent dans des circonſtances heureuſes ?

Nous en avons déjà donné un exemple en parlant de la gelivure entrelardée qui eſt produite par le verglas, & qui ſe trouve plus fréquemment à l'expoſition du midi qu'à toutes les autres, & l'on ſe ſouvient bien encore qu'une partie des déſordres qu'a produits l'hiver de 1709, doit être attribuée à un faux dégel qui fut ſuivi d'une gelée encore plus forte que celle qui l'avoit précédé ; mais les obſervations que nous avons faites ſur les effets des gelées du printemps, nous fourniſſent beaucoup d'exemples pareils, qui prouvent inconteſtablement que ce n'eſt pas aux expoſitions où il gèle le plus fort, & où il fait le plus grand froid, que la gelée fait le plus de tort aux végétaux ; nous en allons donner le détail qui va rendre ſenſible la propoſition générale que nous venons d'avancer, & nous commencerons par une expérience que M. de Buffon a fait exécuter en grand dans ſes bois, qui ſont ſitués près de Montbard en Bourgogne.

Il a fait couper dans le courant de l'hiver 1734, un bois taillis de ſept à huit arpens, ſitué dans un lieu ſec, ſur un terrein plat, bien découvert & environné de tous côtés de terres labourables. Il a laiſſé dans ce même

bois plusieurs petits bouquets quarrés sans les abattre, & qui étoient orientés de façon que chaque face regardoit exactement le midi, le nord, le levant & le couchant. Après avoir bien fait nettoyer la coupe, il a observé avec soin au printemps l'accroissement du jeune bourgeon, principalement autour des bouquets réservés; au 20 avril il avoit poussé sensiblement dans les endroits exposés au midi, & qui par conséquent étoient à l'abri du vent du nord par les bouquets; c'est donc en cet endroit que les bourgeons poussèrent les premiers & parurent les plus vigoureux. Ceux qui étoient à l'exposition du levant, parurent ensuite, puis ceux de l'exposition du couchant, & enfin ceux de l'exposition du nord.

Le 28 avril, la gelée se fit sentir très-vivement le matin, par un vent du nord, le ciel étant fort serein & l'air fort sec, sur-tout depuis trois jours.

Il alla voir en quel état étoient les bourgeons autour des bouquets, & il les trouva gâtés & absolument noircis dans tous les endroits qui étoient exposés au midi & à l'abri du vent du nord, au lieu que ceux qui étoient exposés au vent froid du nord qui souffloit encore, n'étoient que légèrement endommagés, & il fit la même observation autour de tous les bouquets qu'il avoit fait réserver. A l'égard des expositions du levant & du couchant, elles étoient ce jour-là à peu-près également endommagées.

Les 14, 15 & 22 mai, qu'il gela assez vivement par les vents de nord & de nord-nord-ouest, il observa

pareillement que tout ce qui étoit à l'abri du vent par les bouquets, étoit très-endommagé, tandis que ce qui avoit été exposé au vent, avoit très-peu souffert. Cette expérience nous paroît décisive, & fait voir que quoiqu'il gèle plus fort aux endroits exposés au vent du nord qu'aux autres, la gelée y fait cependant moins de tort aux végétaux.

Ce fait est assez opposé au préjugé ordinaire, mais il n'en est pas moins certain, & même il est aisé à expliquer; il suffit pour cela de faire attention aux circonstances dans lesquelles la gelée agit, & on reconnoîtra que l'humidité est la principale cause de ses effets, en sorte que tout ce qui peut occasionner cette humidité, rend en même temps la gelée dangereuse pour les végétaux, & tout ce qui dissipe l'humidité, quand même ce seroit en augmentant le froid, tout ce qui desseche diminue les désordres de la gelée. Ce fait va être confirmé par quantité d'observations.

Nous avons souvent remarqué que dans les endroits bas, & où il regne des brouillards, la gelée se fait sentir plus vivement & plus souvent qu'ailleurs.

Nous avons, par exemple, vu en automne & au printemps les plantes délicates gelées dans un jardin potager qui est situé sur le bord d'une riviere, tandis que les mêmes plantes se conservoient bien dans un autre potager qui est situé sur la hauteur; de même dans les vallons & les lieux bas des forêts, le bois n'est jamais d'une belle venue, ni d'une bonne qualité,

quoique ſouvent ces vallons ſoient ſur un meilleur fonds que le reſte du terrein. Le taillis n'eſt jamais beau dans les endroits bas ; & quoiqu'il y pouſſe plus tard qu'ailleurs, à cauſe d'une fraîcheur qui y eſt toujours concentrée, & que M. de Buffon m'a aſſuré avoir remarqué même l'été en ſe promenant la nuit dans les bois, car il y ſentoit ſur les éminences preſque autant de chaleur que dans les campagnes découvertes, & dans les vallons il étoit ſaiſi d'un froid vif & inquiétant ; quoique, dis-je, le bois y pouſſe plus tard qu'ailleurs, ces pouſſes ſont encore endommagées par la gelée, qui en gâtant les principaux jets, oblige les arbres à pouſſer des branches latérales, ce qui rend les taillis rabougris & hors d'état de faire jamais de beaux arbres de ſervice ; & ce que nous venons de dire ne ſe doit pas ſeulement entendre des profondes vallées qui ſont ſi ſuſceptibles de ces inconvéniens qu'on en remarque d'expoſées au nord & fermées du côté du midi en cul-de-ſac, dans leſquelles il gèle ſouvent les douze mois de l'année ; mais on remarquera encore la même choſe dans les plus petites vallées, de ſorte qu'avec un peu d'habitude, on peut reconnoître ſimplement à la mauvaiſe figure du taillis la pente du terrein ; c'eſt auſſi ce que j'ai remarqué pluſieurs fois, & M. de Buffon l'a particulièrement obſervé le 28 avril 1734, car ce jour-là les bourgeons de tous les taillis d'un an, juſqu'à ſix & ſept, étoient gelés dans tous les lieux bas, au lieu que dans les endroits élevés & découverts, il n'y avoit que les rejets près de terre qui fuſſent gâtés. La terre étoit alors

alors fort sèche, & l'humidité de l'air ne lui parut pas avoir beaucoup contribué à ce dommage; les vignes non plus que les noyers de la campagne ne gelerent pas; cela pourroit faire croire qu'ils sont moins délicats que le chêne, mais nous pensons qu'il faut attribuer cela à l'humidité qui est toujours plus grande dans les bois que dans le reste des campagnes, car nous avons remarqué que souvent les chênes sont fort endommagés de la gelée dans les forêts, pendant que ceux qui sont dans les haies, ne le sont point du tout.

Dans le mois de mai 1736, nous avons encore eu occasion de répéter deux fois cette observation, qui a même été accompagnée de circonstances particulières, mais dont nous sommes obligés de remettre le détail à un autre endroit de ce Mémoire, pour en faire mieux sentir la singularité.

Les grands bois peuvent rendre les taillis qui sont dans leur voisinage, dans le même état qu'ils seroient dans le fond d'une vallée; aussi avons-nous remarqué que le long & près des lisières de grands bois, les taillis sont plus souvent endommagés par la gelée que dans les endroits qui en sont éloignés; comme dans le milieu des taillis & dans les bois où on laisse un grand nombre de baliveaux, elle se fait sentir avec bien plus de force que dans ceux qui sont plus découverts. Or tous les désordres dont nous venons de parler, soit à l'égard des vallées, soit pour ce qui se trouve le long des grands bois ou à couvert par les baliveaux, ne sont plus

conſidérables dans ces endroits que dans les autres, que parce que le vent & le ſoleil ne pouvant diſſiper la tranſpiration de la terre & des plantes, il y reſte une humidité conſidérable, qui, comme nous l'avons dit, cauſe un très-grand préjudice aux plantes.

Auſſi remarque-t-on que la gelée n'eſt jamais plus à craindre pour la vigne, les fleurs, les bourgeons des arbres, &c. que lorſqu'elle ſuccède à des brouillards, ou même à une pluie, quelque légère qu'elle ſoit; toutes ces plantes ſupportent des froids très-conſidérables ſans en être endommagées lorſqu'il y a quelque temps qu'il n'a plu, & que la terre eſt fort sèche, comme nous l'avons encore éprouvé ce printemps dernier.

C'eſt principalement pour cette même raiſon que la gelée agit plus puiſſamment dans les endroits qu'on a fraîchement labourés qu'ailleurs, & cela parce que les vapeurs qui s'élèvent continuellement de la terre, tranſpirent plus librement & plus abondamment des terres nouvellement labourées que des autres; il faut néanmoins ajouter à cette raiſon, que les plantes fraîchement labourées, pouſſent plus vigoureuſement que les autres, ce qui les rend plus ſenſibles aux effets de la gelée.

De même, nous avons remarqué que dans les terreins légers & ſablonneux, la gelée fait plus de dégats que dans les terres fortes, en les ſuppoſant également sèches, ſans doute parce qu'ils ſont plus hâtifs, & encore plus parce qu'il s'échappe plus d'exhalaiſons de ces ſortes de terres que des autres, comme nous le prouverons ailleurs; &

ſi une vigne nouvellement ſumée eſt plus ſujette à être endommagée de la gelée qu'une autre, n'eſt-ce pas à cauſe de l'humidité qui s'échappe des fumiers?

Un ſillon de vigne qui eſt le long d'un champ de ſainſoin ou de pois, &c. eſt ſouvent tout perdu de la gelée, lorſque le reſte de la vigne eſt très-ſain, ce qui doit certainement être attribué à la tranſpiration du ſainſoin ou des autres plantes qui portent une humidité ſur les pouſſes de la vigne.

Auſſi dans la vigne les verges qui ſont de long ſarmant qu'on ménage en taillant, ſont-elles toujours moins endommagées que la ſouche, ſur-tout quand n'étant pas attachées à l'échalas, elles ſont agitées par le vent qui ne tarde pas de les deſſécher.

La même choſe ſe remarque dans les bois, & j'ai ſouvent vu dans les taillis tous les bourgeons latéraux d'une ſouche entièrement gâtés par la gelée, pendant que les rejetons ſupérieurs n'avoient pas ſouffert, mais M. de Buffon a fait cette même obſervation avec plus d'exactitude; il lui a toujours paru que la gelée faiſoit plus de tort à un pied de terre qu'à deux, à deux qu'à trois, de ſorte qu'il faut qu'elle ſoit bien violente pour gâter les bourgeons au-deſſus de quatre pieds.

Toutes ces obſervations qu'on peut regarder comme très-conſtantes, s'accordent donc à prouver que le plus ſouvent ce n'eſt pas le grand froid qui endommage les plantes chargées d'humidité, ce qui explique à merveille pourquoi elle fait tant de déſordres à l'expoſition du midi.

quoiqu'il y faſſe moins froid qu'à celle du nord, & de même la gelée cauſe plus de dommage à l'expoſition du couchant qu'à toutes les autres, quant après une pluie du vent d'oueſt, le vent tourne au nord vers le ſoleil couché, comme cela arrive aſſez fréquemment au printemps, ou quand par un vent d'eſt il s'élève un brouillard froid avant le lever du ſoleil, ce qui n'eſt pas ſi ordinaire.

Il y a auſſi des circonſtances où la gelée fait plus de tort à l'expoſition du levant qu'à toutes les autres; mais comme nous avons pluſieurs obſervations ſur cela, nous rapporterons auparavant celle que nous avons faite ſur la gelée du printemps de 1736, qui nous a fait tant de tort l'année dernière. Comme il faiſoit très-ſec ce printemps, il a gelé fort long-temps ſans que cela ait endommagé les vignes; mais il n'en étoit pas de même dans les forêts, apparemment parce qu'il s'y conſerve toujours plus d'humidité qu'ailleurs; en Bourgogne, de même que dans la forêt d'Orléans, les taillis furent endommagés de fort bonne heure. Enfin la gelée augmenta ſi fort, que toutes les vignes furent perdues malgré la ſécheresse qui continuoit toujours; mais au lieu que c'eſt ordinairement à l'abri du vent que la gelée fait plus de dommage, au contraire dans le printemps dernier les endroits abrités ont été les ſeuls qui aient été conſervés, de ſorte que dans pluſieurs clos de vignes entourés de murailles, on voyoit les ſouches le long de l'expoſition du midi être aſſez vertes, pendant que toutes les autres étoient sèches comme en hiver, & nous avons eu deux cantons de vignes d'épargnés, l'un

parce qu'il étoit abrité du vent du nord par une pépinière d'ormes, & l'autre parce que la vigne étoit remplie de beaucoup d'arbres fruitiers.

Mais cet effet eſt très-rare, & cela n'eſt arrivé que parce qu'il faiſoit fort ſec, & que les vignes ont réſiſté juſqu'à ce que la gelée ſoit devenue ſi forte pour la ſaiſon, qu'elle pouvoit endommager les plantes indépendamment de l'humidité extérieure; & comme nous l'avons dit, quand la gelée endommage les plantes indépendamment de cette humidité, & d'autres circonſtances particulières, c'eſt à l'expoſition du nord qu'elle fait le plus de dommage, parce que c'eſt à cette expoſition qu'il fait plus de froid.

Mais il nous ſemble encore apercevoir une autre cauſe des déſordres que la gelée produit plus fréquemment à des expoſitions qu'à d'autres, au levant, par exemple, plus qu'au couchant; elle eſt fondée ſur l'obſervation ſuivante, qui eſt auſſi conſtante que les précédentes.

Une gelée aſſez vive ne cauſe aucun préjudice aux plantes, quand elle fond avant que le ſoleil les ait frappées; qu'il gèle la nuit, ſi le matin le temps eſt couvert, s'il tombe une petite pluie, en un mot, ſi par quelque cauſe que ce puiſſe être, la glace fond doucement & indépendamment de l'action du ſoleil, ordinairement elle ne les endommage pas; & nous avons ſouvent ſauvé des plantes aſſez délicates qui étoient par haſard reſtées à la gelée, en les rentrant dans la ſerre

avant le lever du ſoleil, ou ſimplement en les couvrant avant que le ſoleil eût donné deſſus.

Une fois entr'autres, il étoit ſurvenu en automne une gelée très-forte pendant que nos orangers étoient dehors, & comme il étoit tombé de la pluie la veille, ils étoient tous couverts de verglas; on leur ſauva cet accident en les couvrant avec des draps avant le ſoleil levé, de ſorte qu'il n'y eut que les jeunes fruits & les pouſſes les plus tendres qui en furent endommagés, encore ſommes-nous perſuadés qu'ils ne l'auroient pas été ſi la couverture avoit été plus épaiſſe.

De même une autre année, nos *geranium*, & pluſieurs autres plantes qui craignent le verglas, étoient dehors lorſque tout-à-coup le vent qui étoit ſud-oueſt ſe mit au nord, & fut ſi froid, que toute l'eau d'une pluie abondante qui tomboit, ſe geloit, & dans un inſtant tout ce qui y étoit expoſé fut couvert de glace; nous crumes toutes nos plantes perdues, cependant nous les ſimes porter dans le fond de la ſerre, & nous ſimes fermer les croiſées, par ce moyen nous en eumes peu d'endommagées.

Cette précaution revient aſſez à ce qu'on pratique pour les animaux; qu'ils ſoient tranſis de froid, qu'ils aient un membre gelé, on ſe donne bien de garde de les expoſer à une chaleur trop vive, on les frotte avec de la neige, ou bien on les trempe dans de l'eau, on les enterre dans du fumier, en un mot, on les réchauffe par degrés & avec ménagement.

De même si l'on fait dégeler trop précipitamment des fruits, ils se pourrissent à l'instant, au lieu qu'ils souffrent beaucoup moins de dommage si on les fait dégeler peu à peu.

Pour expliquer comment le soleil produit tant de désordres sur les plantes gelées, quelques-uns avoient pensé que la glace en se fondant, se réduisoit en petites gouttes d'eau sphériques, qui faisoient autant de petits miroirs ardens quand le soleil donnoit dessus; mais quelque court que soit le foyer d'une loupe, elle ne peut produire de chaleur qu'à une distance, quelque petite qu'elle soit, & elle ne pourra pas produire un grand effet sur un corps qu'elle touchera; d'ailleurs la goutte d'eau qui est sur la feuille d'une plante, est aplatie du côté qu'elle touche à la plante, ce qui éloigne son foyer. Enfin si ces gouttes d'eau pouvoient produire cet effet, pourquoi les gouttes de rosée qui sont pareillement sphériques, ne le produiroient-elles pas aussi ! peut-être pourroit-on penser que les parties les plus spiritueuses & les plus volatiles de la sève fondant les premières, elles seroient évaporées avant que les autres fussent en état de se mouvoir dans les vaisseaux de la plante, ce qui décomposeroit la sève.

Mais on peut dire en général que la gelée augmentant le volume des liqueurs, tend les vaisseaux des plantes, & que le dégel ne se pouvant faire sans que les parties qui composent le fluide gelé entrent en mouvement; ce changement se peut faire avec assez de douceur pour ne

pas rompre les vaisseaux les plus délicats des plantes, qui rentreront peu à peu dans leur ton naturel, & alors les plantes n'en souffriront aucun dommage; mais s'il se fait avec trop de précipitation, ces vaisseaux ne pourront pas reprendre sitôt le ton qui leur est naturel, après avoir souffert une extension violente, les liqueurs s'évaporeront & la plante restera desséchée.

Quoi qu'on puisse conclure de ces conjectures, dont je ne suis pas à beaucoup près satisfait, il reste toujours pour constant:

1.° Qu'il arrive, à la vérité, rarement qu'en hiver ou au printemps les plantes soient endommagées simplement par la grande force de la gelée, & indépendamment d'aucunes circonstances particulières, & dans ce cas c'est à l'exposition du nord que les plantes souffrent le plus:

2.° Dans le temps d'une gelée qui dure plusieurs jours, l'ardeur du soleil fait fondre la glace en quelques endroits & seulement pour quelques heures, car souvent il regèle avant le coucher du soleil, ce qui forme un verglas très-préjudiciable aux plantes, & on sent que l'exposition du midi est plus sujette à cet inconvénient que toutes les autres:

3.° On a vu que les gelées du printemps, font principalement du désordre dans les endroits où il y a de l'humidité, les terroirs qui transpirent beaucoup, les fonds des vallées, & généralement tous les endroits qui ne pourront être desséchés par le vent & le soleil, seront donc plus endommagés que les autres.

Enfin

Enfin ſi au printemps, le ſoleil qui donne ſur les plantes gelées, leur occaſionne un dommage plus conſidérable, il eſt clair que ce ſera l'expoſition du levant, & enſuite du midi qui ſouffriront le plus de cet accident.

Mais, dira-t-on, ſi cela eſt, il ne faut donc plus planter à l'expoſition du midi en *à-dos,* (qui ſont des talus de terre qu'on ménage dans les potagers ou le long des eſpaliers) les giroflées, les choux des avents, les laitues d'hiver, les pois verts & les autres plantes délicates auxquelles on veut faire paſſer l'hiver, & que l'on ſouhaite avancer pour le printemps, ce ſera à l'expoſition du nord qu'il faudra dorénavant planter les pêchers & les autres arbres délicats. Il eſt à propos de détruire ces deux objections, & de faire voir qu'elles ſont de fauſſes conſéquences de ce que nous avons avancé.

On ſe propoſe différens objets quand on met des plantes paſſer l'hiver à des abris expoſés au midi, quelquefois c'eſt pour hâter leur végétation; c'eſt, par exemple, dans cette intention qu'on plante le long des eſpaliers quelques rangées de laitues, qu'on appelle, à cauſe de cela, *des laitues d'hiver,* qui réſiſtent aſſez bien à la gelée quelque part qu'on les mette, mais qui avancent davantage à cette expoſition; d'autres fois c'eſt pour les préſerver de la rigueur de cette ſaiſon, dans l'intention de les replanter de bonne heure au printemps; on ſuit, par exemple, cette pratique pour les choux qu'on appelle des *avents,* qu'on ſeme en cette ſaiſon le long d'un eſpalier.

Cette eſpèce de choux, de même que les broccolis, ſont aſſez tendres à la gelée, & périroient ſouvent à ces abris ſi on n'avoit pas ſoin de les couvrir pendant les grandes gelées avec des paillaſſons ou du fumier ſoutenu ſur des perches.

Enfin on veut quelquefois avancer la végétation de quelques plantes qui craignent la gelée, comme ſeroient les girollées, les pois verts, & pour cela on les plante ſur des à-dos bien expoſés au midi, mais de plus on les défend des grandes gelées en les couvrant, lorſque le temps l'exige.

On ſent bien, ſans que nous ſoyons obligés de nous étendre davantage ſur cela, que l'expoſition du *midi* eſt plus propre que toutes les autres à accélérer la végétation, & on vient de voir que c'eſt auſſi ce qu'on ſe propoſe principalement quand on met quelques plantes paſſer l'hiver à cette expoſition, puiſqu'on eſt obligé, comme nous venons de le dire, d'employer outre cela des couvertures pour garantir de la gelée les plantes qui ſont un peu delicates; mais il faut ajouter que s'il y a quelques circonſtances où la gelée faſſe plus de déſordre au midi qu'aux autres expoſitions, il y a auſſi bien des cas qui ſont favorables à cette expoſition, ſur-tout quand il s'agit d'eſpalier. *Si, par exemple, pendant l'hiver il y a quelque* choſe à craindre des verglas, combien de fois arrive-t-il que la chaleur du ſoleil qui eſt augmentée par la réflexion de la muraille, a aſſez de force pour diſſiper toute l'humidité, & alors les plantes ſont preſque en ſûreté contre

le froid! de plus, combien arrive-t-il de gelées seches qui agiſſent au nord ſans relache, & qui ne ſont preſque pas *ſenſibles* au midi! de même au printemps, on ſent bien que ſi après une pluie qui vient de ſud-oueſt ou de ſud-eſt, le vent ſe met au nord, l'eſpalier du midi étant à l'abri du vent, ſouffrira plus que les autres: mais ces cas ſont rares, & le plus ſouvent c'eſt après des pluies de nord-oueſt ou de nord-eſt, que le vent ſe met au nord, & alors l'eſpalier du midi ayant été à l'abri de la pluie par le mur, les plantes qui y ſeront, auront moins à ſouffrir que les autres, non-ſeulement parce qu'elles auront moins reçu de pluie, mais encore parce qu'il y fait toujours moins froid qu'aux autres expoſitions, comme nous l'avons fait remarquer au commencement de ce Mémoire.

De plus, comme le ſoleil deſſéche beaucoup la terre le long des eſpaliers qui ſont au midi, la terre y tranſpire moins qu'ailleurs.

On ſent bien que ce que nous venons de dire doit avoir ſon application à l'égard des pêchers & des abricotiers qu'on a coutume de mettre à cette expoſition & à celle du levant; nous ajouterons ſeulement qu'il n'eſt pas rare de voir les pêchers geler au levant & au midi, & ne le pas être au couchant ou même au nord; mais indépendamment de cela, on ne peut jamais compter avoir beaucoup de pêches & de bonne qualité à cette dernière expoſition, quantité de fleurs tombent toutes entieres & ſans nouer, d'autres après être nouées ſe

détachent de l'arbre, & celles qui reſtent ont peine à parvenir à une maturité. J'ai même un eſpalier de pêchers à l'expoſition du couchant, un peu déclinante au nord, qui ne donne preſque pas de fruit, quoique les arbres y ſoient plus beaux qu'aux expoſitions du midi & du nord.

Ainſi on ne pourroit éviter les inconvéniens qu'on peut reprocher à l'expoſition du midi à l'égard de la gelée ſans tomber dans d'autres plus fâcheux.

Mais tous les arbres délicats, comme les figuiers, les lauriers, &c. doivent être mis au midi, ayant ſoin, comme l'on fait ordinairement, de les couvrir; nous remarquerons ſeulement que le fumier ſec eſt préférable pour cela à la paille, qui ne couvre jamais ſi exactement, & dans laquelle il reſte toujours un peu de grain qui attire les mulots & les rats qui mangent quelquefois l'écorce des arbres pour ſe déſaltérer dans le temps de la gelée où ils ne trouvent point d'eau à boire, ni d'herbe à paître, c'eſt ce qui nous eſt arrivé deux à trois fois; mais quand on ſe ſert de fumier il faut qu'il ſoit ſec, ſans quoi il s'échaufferoit & feroit moiſir les jeunes branches.

Toutes ces précautions ſont cependant bien inférieures à ces eſpaliers en niche ou en renfoncement, tels qu'on en voit aujourd'hui au Jardin du Roi, les plantes ſont de cette manière à l'abri de tous les vents, excepté celui du midi qui ne leur peut nuire; le ſoleil qui échauffe ces endroits pendant le jour, empêche que le froid n'y ſoit ſi violent pendant la nuit, & on peut avec

grande facilité mettre ſur ces renfoncemens une légère couverture qui tiendra les plantes qui y ſeront dans un état de ſécherеſſe, infiniment propre à prévenir tous les accidens que le verglas & les gelées du printemps auroient pu produire, & la plupart des plantes ne ſouffriront pas d'être ainſi privées de l'humidité extérieure, parce qu'elles ne tranſpirent preſque pas dans l'hiver, non plus qu'au commencement du printemps, de ſorte que l'humidité de l'air ſuffit à leur beſoin.

Mais puiſque les roſées rendent les plantes ſi ſuſceptibles de la gelée du printemps, ne pourroit-on pas eſpérer que les recherches que M.rs Muſſchenbroeck & du Fay ont fait ſur cette matière, pourroient tourner au profit de l'Agriculture? car enfin puiſqu'il y a des corps qui ſemblent attirer la roſée, pendant qu'il y en a d'autres qui la repouſſent; ſi on pouvoit peindre, enduire ou crêpir les murailles avec quelque matière qui repouſſeroit la roſée, il eſt ſûr qu'on auroit lieu d'en eſpérer un ſuccès plus heureux, que de la précaution que l'on prend de mettre une planche en manière de toit au-deſſus des eſpaliers, ce qui ne doit guère diminuer l'abondance de la roſée ſur les arbres, puiſque M. du Fay a prouvé que ſouvent elle ne tombe pas perpendiculairement comme une pluie, mais qu'elle nage dans l'air, & qu'elle s'attache aux corps qu'elle rencontre; de ſorte qu'il a ſouvent autant amaſſé de roſée ſous un toit que dans les endroits entièrement découverts. Il nous ſeroit aiſé de reprendre toutes nos obſervations, & de continuer à en

tirer des conséquences utiles à la pratique de l'Agriculture; ce que nous avons dit, par exemple, au sujet de la vigne, doit déterminer à arracher tous les arbres qui empêchent le vent de dissiper les brouillards.

Puisqu'en labourant la terre on en fait sortir plus d'exhalaisons, il faut prêter plus d'attention à ne la pas faire labourer dans les temps critiques.

On doit défendre expressément qu'on ne seme sur les sillons de vigne, des plantes potageres qui, par leurs transpirations, nuiroient à la vigne.

On ne mettra des échalas aux vignes que le plus tard qu'on pourra.

On tiendra les haies qui bordent les vignes du côté du nord, plus basses que de tout autre côté.

On préferera à amender les vignes avec des terreaux plutôt que de les fumer.

Enfin si on est à portée de choisir un terrein, on évitera ceux qui sont dans des fonds, ou dans les terroirs qui transpirent beaucoup.

Une partie de ces précautions peut aussi être employée très-utilement pour les arbres fruitiers, à l'égard, par exemple, des plantes potagères, que les Jardiniers sont toujours empressés de mettre aux pieds de leurs buissons, & encore plus le long de leurs espaliers.

S'il y a des parties hautes & d'autres basses dans les jardins, on pourra avoir l'attention de semer les plantes printanières & délicates sur le haut, préférablement au bas, à moins qu'on n'ait dessein de les couvrir avec des

cloches, des chaſſis, &c. car dans le cas où l'humidité ne peut nuire, il ſeroit ſouvent avantageux de choiſir les lieux bas pour être à l'abri du vent du nord & de nord-oueſt.

On peut auſſi profiter de ce que nous avons dit à l'avantage des forêts, car ſi on a des réſerves à faire, ce ne ſera jamais dans les endroits où la gelée cauſe tant de dommage.

Si on ſeme un bois, on aura attention de mettre dans les vallons des arbres qui ſoient plus durs à la gelée que le chêne.

Quand on fera des coupes conſidérables, on mettra dans les clauſes du marché, qu'on les commencera toujours du côté du nord, afin que ce vent qui règne ordinairement dans les temps des gelées, diſſipe cette humidité qui eſt préjudiciable aux taillis.

Enfin ſi, ſans contrevenir aux Ordonnances, on peut faire des réſerves en liſières, au lieu de laiſſer des baliveaux qui, ſans pouvoir jamais faire de beaux arbres, ſont à tous égards la perte des taillis, & particulièrement dans l'occaſion préſente, en retenant ſur les taillis cette humidité qui eſt ſi fâcheuſe dans les temps de gelée; on aura en même temps attention que la liſiere de réſerve ne couvre pas le taillis du côté du nord.

Il y auroit encore bien d'autres conſéquences utiles qu'on pourroit tirer de nos obſervations, nous nous contenterons cependant d'en avoir rapporté quelques-unes, parce qu'on pourra ſuppléer à ce que nous avons

omis, en prêtant un peu d'attention aux obſervations que nous avons rapportées. Nous ſentons bien qu'il y auroit encore ſur cette matière nombre d'expériences à faire, mais nous avons cru qu'il n'y avoit aucun inconvénient à rapporter celles que nous avons faites : peut-être même engageront-elles quelqu'autre perſonne à travailler ſur la même matière, & ſi elles ne produiſent pas cet effet, elles ne nous empêcheront pas de ſuivre les vues que nous avons encore ſur cela.

SUPPLÉMENT

SUPPLÉMENT
À LA
THÉORIE DE LA TERRE.

PARTIE HYPOTHÉTIQUE.

PREMIER MÉMOIRE.

Recherches sur le refroidissement de la Terre & des Planètes.

EN supposant, comme tous les phénomènes paroissent l'indiquer, que la Terre ait autrefois été dans un état de liquéfaction causée par le feu; il est démontré par nos expériences, que si le globe étoit entièrement composé de fer ou de matière ferrugineuse *(a)*, il ne se seroit consolidé jusqu'au centre qu'en 4026 ans, refroidi au point de pouvoir le toucher sans se brûler en 46991 ans; & qu'il ne se seroit refroidi au point de la température actuelle qu'en 100696 ans; mais comme la Terre, dans tout ce qui nous est connu, nous paroît être composée de matières vitrescibles & calcaires qui se refroidissent en moins de temps que les matières ferrugineuses; il faut

(a) Premier & huitième Mémoires.

pour approcher de la vérité autant qu'il eſt poſſible, prendre les temps reſpectifs du refroidiſſement de ces différentes matières, tels que nous les avons trouvés par les expériences du ſecond Mémoire, & en établir le rapport avec celui du refroidiſſement du fer. En n'employant dans cette ſomme que le verre, le grès, la pierre calcaire dure, les marbres & les matières ferrugineuſes, on trouvera que le globe terreſtre s'eſt conſolidé juſqu'au centre en 2905 ans environ, qu'il s'eſt refroidi au point de pouvoir le toucher en 33911 ans environ, & à la température actuelle en 74047 ans environ.

J'ai cru ne devoir pas faire entrer dans cette ſomme des rapports du refroidiſſement des matières qui compoſent le globe, ceux de l'or, de l'argent, du plomb, de l'étain, du zinc, de l'antimoine & du biſmuth, parce que ces matières ne ſont, pour ainſi dire, qu'une partie infiniment petite du globe.

De même je n'ai point fait entrer les rapports du refroidiſſement des glaiſes, des ocres, des craies & des gyps, parce que ces matières n'ayant que peu ou point de dureté, & n'étant que des détrimens des premières, ne doivent pas être miſes au rang de celles dont le globe eſt principalement compoſé, qui, priſes généralement, ſont concrètes, dures & très-ſolides, & que j'ai cru devoir réduire aux matières vitreſcibles, calcaires & ferrugineuſes, dont le refroidiſſement mis en ſomme d'après la Table que j'en ai donnée *(b)*, eſt à celui du

---

(b) Second Memoire, *Tome II, page 279.*

fer : : 50516 : 70000 pour pouvoir les toucher, & : : 51475 : 70000 pour le point de la température actuelle. Ainſi en partant de l'état de la liquéfaction, il a dû s'écouler 2905 ans avant que le globe de la Terre fût conſolidé juſqu'au centre; de même il s'eſt écoulé 33911 ans avant que ſa ſurſace fût aſſez refroidie pour pouvoir la toucher, & 74047 ans avant que ſa chaleur propre ait diminué au point de la température actuelle; & comme la diminution du feu ou de la très-grande chaleur ſe fait toujours à très-peu près en raiſon de l'épaiſſeur des corps, ou du diamètre des globes de même denſité, il s'enſuit que la Lune, dont le diamètre n'eſt que de $\frac{3}{11}$ de celui de la Terre, auroit dû ſe conſolider juſqu'au centre en 792 ans $\frac{3}{11}$ environ, ſe refroidir au point de pouvoir la toucher en 9248 ans $\frac{5}{11}$ environ, & perdre aſſez de ſa chaleur propre pour arriver au point de la température actuelle en 20194 ans environ; en ſuppoſant que la Lune eſt compoſée des mêmes matières que le globe terreſtre, néanmoins comme la denſité de la Terre eſt à celle de la Lune : : 1000 : 702, & qu'à l'exception des métaux, toutes les autres matières vitreſcibles ou calcaires, ſuivent dans leur refroidiſſement le rapport de la denſité aſſez exactement; nous diminuerons les temps du refroidiſſement de la Lune dans ce même rapport de 1000 à 702, en ſorte qu'au lieu de s'être conſolidée juſqu'au centre en 792 ans, on doit dire 556 ans environ, pour le temps réel de ſa conſolidation juſqu'au centre, & 6492 ans pour ſon refroidiſſement au point de pouvoir

la toucher, & enfin 14176 ans pour ſon refroidiſſement à la température actuelle de la Terre; en ſorte qu'il y a 59871 ans entre le temps de ſon refroidiſſement & celui du refroidiſſement de la Terre, abſtraction faite de la compenſation qu'a dû produire ſur l'une & ſur l'autre la chaleur du Soleil, & la chaleur réciproque qu'elles ſe ſont envoyée.

De même le globe de Mercure, dont le diamètre n'eſt que $\frac{1}{3}$ de celui de notre globe, auroit dû ſe conſolider juſqu'au centre en 968 ans $\frac{1}{3}$; ſe refroidir au point de pouvoir le toucher en 11301 ans environ, & arriver à celui de la température actuelle de la Terre en 24682 ans environ, s'il étoit compoſé d'une matière ſemblable à celle de la Terre; mais ſa denſité étant à celle de la Terre : : 2040 : 1000, il faut prolonger dans la même raiſon les temps de ſon refroidiſſement. Ainſi Mercure s'eſt conſolidé juſqu'au centre en 1976 ans $\frac{3}{10}$, refroidi au point de pouvoir le toucher en 23054 ans, & enfin à la température actuelle de la Terre en 50351 ans, en ſorte qu'il y a 23696 ans entre le temps de ſon refroidiſſement & celui du refroidiſſement de la Terre, abſtraction faite de même de la compenſation qu'a dû faire à la perte de ſa chaleur propre, la chaleur du Soleil duquel il eſt plus voiſin qu'aucune autre planète.

De même le diamètre du globe de Mars n'étant que $\frac{13}{25}$ de celui de la Terre, il auroit dû ſe conſolider juſqu'au centre en 1510 ans $\frac{3}{5}$ environ, ſe refroidir au point de pouvoir le toucher en 17634 ans environ, &

arriver à celui de la température actuelle de la Terre en 38504 ans environ, s'il étoit composé d'une matière semblable à celle de la Terre; mais sa densité étant à celle du globe terrestre : : 730 : 1000, il faut diminuer dans la même raison les temps de son refroidissement. Ainsi Mars se sera consolidé jusqu'au centre en 1102 ans $\frac{18}{25}$ environ, refroidi au point de pouvoir le toucher en 12873 ans, & enfin à la température actuelle de la Terre en 28108 ans; en sorte qu'il y a 45839 ans entre les temps de son refroidissement & celui de la Terre, abstraction faite de la différence qu'a dû produire la chaleur du Soleil sur ces deux planètes.

De même le diamètre du globe de Vénus étant $\frac{17}{18}$ du diamètre de notre globe, il auroit dû se consolider jusqu'au centre en 2744 ans environ, se refroidir au point de pouvoir le toucher en 32027 ans environ, & arriver à celui de la température actuelle de la Terre en 69933 ans, s'il étoit composé d'une matière semblable à celle de la Terre, mais sa densité étant à celle du globe terrestre : : 1270 : 1000, il faut augmenter dans la même raison les temps de son refroidissement. Ainsi Vénus ne se sera consolidée jusqu'au centre qu'en 3484 ans $\frac{22}{25}$ environ, refroidie au point de pouvoir la toucher en 40674 ans, & enfin à la température actuelle de la Terre en 88815 ans environ, en sorte que ce ne sera que dans 14768 ans que Vénus sera au même point de température qu'est actuellement la Terre, toujours abstraction faite de la différente compensation qu'a dû faire la chaleur du Soleil sur l'une & sur l'autre.

Le diamètre du globe de Saturne étant à celui de la Terre : : 9 $\frac{1}{2}$: 1, il s'ensuit que malgré son grand éloignement du Soleil il est encore bien plus chaud que la Terre, car abstraction faite de cette légère différence, causée par la moindre chaleur qu'il reçoit du Soleil, il se trouve qu'il auroit dû se consolider jusqu'au centre en 27597 ans $\frac{1}{2}$, se refroidir au point de pouvoir le toucher en 322154 ans $\frac{1}{2}$, & arriver à celui de la température actuelle en 703446 $\frac{1}{2}$, s'il étoit composé d'une matière semblable à celle du globe terrestre, mais sa densité n'étant à celle de la Terre que : : 184 : 1000, il faut diminuer dans la même raison les temps de son refroidissement. Ainsi Saturne se sera consolidé jusqu'au centre en 5078 ans environ, refroidi au point de pouvoir le toucher en 59276 ans environ, & enfin à la température actuelle en 129434 ans; en sorte que ce ne sera que dans 55387 ans que Saturne sera refroidi au même point de température qu'est actuellement la Terre, abstraction faite non-seulement de la chaleur du Soleil, mais encore de celle qu'il a dû recevoir de ses satellites & de son anneau.

De même le diamètre de Jupiter étant onze fois plus grand que celui de la Terre, il s'ensuit qu'il est encore bien plus chaud que Saturne, parce que d'une part il est plus gros, & que d'autre part il est moins éloigné du Soleil; mais en ne considérant que sa chaleur propre, on voit qu'il n'auroit dû se consolider jusqu'au centre qu'en 31955 ans, ne se refroidir au point de pouvoir le toucher qu'en 373021 ans, & n'arriver à celui de

la température de la Terre qu'en 814514 ans, s'il étoit composé d'une matière ſemblable à celle du globe terreſtre, mais ſa denſité n'étant à celle de la Terre que : : 292 : 1000, il faut diminuer dans la même raiſon les temps de ſon refroidiſſement. Ainſi Jupiter ſe ſera conſolidé juſqu'au centre en 9331 ans $\frac{1}{2}$ environ, refroidi au point de pouvoir le toucher en 108922 ans, & enfin à la température actuelle en 237838 ans; en ſorte que ce ne ſera que dans 163791 ans que Jupiter ſera refroidi au même point de température qu'eſt actuellement la Terre, abſtraction faite de la compenſation, tant par la chaleur du Soleil que par la chaleur de ſes ſatellites.

Ces deux planètes, Jupiter & Saturne, quoique les plus éloignées du Soleil, doivent donc être beaucoup plus chaudes que la Terre, qui néanmoins, à l'exception de Vénus, eſt de toutes les autres planètes celle qui eſt actuellement la moins froide. Mais les ſatellites de ces deux groſſes planètes auront, comme la Lune, perdu leur chaleur propre en beaucoup moins de temps, & dans la proportion de leur diamètre & de leur denſité; il y a ſeulement une double compenſation à faire ſur cette perte de la chaleur intérieure des ſatellites, d'abord par celle du Soleil, & enſuite par la chaleur de la planète principale qui a dû, ſur-tout dans le commencement & encore aujourd'hui, ſe porter ſur ces ſatellites, & les réchauffer à l'extérieur beaucoup plus que celle du Soleil.

Dans la ſuppoſition que toutes les planètes aient été formées de la matière du Soleil, & projetées hors de cet

aſtre dans le même temps, on peut prononcer ſur l'époque de leur formation, par le temps qui s'eſt écoulé pour leur refroidiſſement. Ainſi la Terre exiſte comme les autres planètes ſous une forme ſolide & conſiſtante à la ſurface, au moins depuis 74047 ans, puiſque nous avons démontré qu'il faut ce même temps pour refroidir au point de la température actuelle un globe en incandeſcence, qui ſeroit de la même groſſeur que le globe terreſtre *(c)*, & compoſé des mêmes matières. Et comme la déperdition de la chaleur de quelque degré qu'elle ſoit, ſe fait en même raiſon que l'écoulement du temps, on ne peut guère douter que cette chaleur de la Terre ne fût double il y a 37023 ans $\frac{1}{2}$, de ce qu'elle eſt aujourd'hui, & qu'elle n'ait été triple, quadruple, centuple, &c. dans des temps plus reculés à meſure qu'on ſe rapproche de la date de l'état primitif de l'incandeſcence générale. Sur les 74047 ans, il s'eſt, comme nous l'avons dit, écoulé 2905 ans avant que la maſſe entière de notre globe fût conſolidée juſqu'au centre; l'état d'incandeſcence d'abord avec flamme, & enſuite avec lumière rouge à la ſurface, a duré tout ce temps, après lequel la chaleur quoiqu'obſcure, ne laiſſoit pas d'être aſſez forte pour enflammer les matières combuſtibles, pour rejeter l'eau & la diſſiper en vapeurs, pour ſublimer les ſubſtances volatiles, &c. Cet état de grande chaleur ſans incandeſcence a duré 33911 ans, car

(c) Voyez le huitième Mémoire de la Partie Expérimentale, *page 1 de ce Volume.*

nous

nous avons démontré par les expériences du premier Mémoire *(d)*, qu'il faudroit 42964 ans à un globe de fer gros comme la Terre, & chauffé jusqu'au rouge pour se refroidir au point de pouvoir le toucher sans se brûler; & par les expériences du second Mémoire *(e)*, on peut conclure que le rapport du refroidissement à ce point des principales matières qui composent le globe terrestre, est à celui du refroidissement du fer : : 50516 : 70000; or 70000 : 50516 : : 42964 : 33911 à très-peu près. Ainsi le globe terrestre très-opaque aujourd'hui, a d'abord été brillant de sa propre lumière pendant 2905 ans, & ensuite sa surface n'a cessé d'être assez chaude pour brûler, qu'au bout de 33911 autres années. Déduisant donc ce temps sur 74047 ans qu'a duré le refroidissement de la Terre au point de la température actuelle, il reste 40136 ans; c'est de quelques siècles après cette époque, que l'on peut dans cette hypothèse dater la naissance de la Nature organisée sur le globe de la Terre; car il est évident qu'aucun être vivant ou organisé n'a pu exister, & encore moins subsister dans un monde où la chaleur étoit encore si grande, qu'on ne pouvoit sans se brûler en toucher la surface, & que par conséquent ce n'a été qu'après la dissipation de cette chaleur trop forte, que la Terre a pu nourrir des animaux & des plantes.

La Lune qui n'a que $\frac{3}{11}$ du diamètre de notre globe,

---

(d) *Tome I, page 157.*

(e) *Idem, pages 279 & suivantes.*

& que nous supposons composée d'une matière dont la densité n'est à celle de la Terre que : : 702 : 1000, a dû parvenir à ce premier moment de chaleur bénigne & productive bien plus tôt que la Terre, c'est-à-dire, quelque temps après les 6492 ans qui se sont écoulés avant son refroidissement, au point de pouvoir, sans se brûler, en toucher la surface.

Le globe terrestre se seroit donc refroidi du point d'incandescence au point de la température actuelle en 74047 ans, supposé que rien n'eût compensé la perte de sa chaleur propre; mais d'une part le Soleil envoyant constamment à la Terre une certaine quantité de chaleur, l'accession ou le gain de cette chaleur extérieure, a dû compenser en partie la perte de sa chaleur intérieure, & d'autre part la Lune dont la surface, à cause de sa proximité, nous paroît aussi grande que celle du Soleil, étant aussi chaude que cet astre dans le temps de l'incandescence générale, envoyoit en ce moment à la Terre autant de chaleur que le Soleil même, ce qui fait une seconde compensation qu'on doit ajouter à la première, sans compter la chaleur envoyée dans le même temps par les cinq autres planètes, qui semble devoir ajouter encore quelque chose à cette quantité de chaleur extérieure que reçoit & qu'a reçue la Terre dans les temps précédens: abstraction faite de toute compensation par la chaleur extérieure à la perte de la chaleur propre de chaque planète, elles se seroient donc refroidies dans l'ordre suivant:

À POUVOIR EN TOUCHER LA SURFACE ſans ſe brûler.				À LA TEMPÉRATURE actuelle de la Terre.		
LE GLOBE TERRESTRE	en	33911	ans.	En	74047	ans.
LA LUNE.......	en	6492	ans.	En	14176	ans.
MERCURE......	en	23054	ans.	En	50351	ans.
VÉNUS.........	en	40674	ans.	En	88815	ans.
MARS...........	en	12873	ans.	En	28108	ans.
JUPITER.......	en	108922	ans.	En	237838	ans.
SATURNE......	en	59276	ans.	En	129434	ans.

Mais on verra que ces rapports varieront par la compenſation que la chaleur du Soleil a faite à la perte de la chaleur propre de toutes les planètes.

Pour eſtimer la compenſation que fait l'acceſſion de cette chaleur extérieure envoyée par le Soleil & les planètes, à la perte de la chaleur intérieure de chaque planète en particulier, il faut commencer par évaluer la compenſation que la chaleur du Soleil ſeul a faite à la perte de la chaleur propre du globe terreſtre. On a fait une eſtimation aſſez préciſe de la chaleur qui émane actuellement de la Terre & de celle qui lui vient du Soleil; on a trouvé par des obſervations très-exactes & ſuivies pendant pluſieurs années, que cette chaleur qui émane du globe terreſtre, eſt en tout temps & en toutes ſaiſons bien plus grande que celle qu'il reçoit du Soleil. Dans nos climats, & particulièrement ſous le parallèle de Paris, elle paroît être en été vingt-neuf fois, & en hiver quatre cents quatre-vingt-onze fois plus grande que

la chaleur qui nous vient du Soleil *(f)*. Mais on tomberoit dans l'erreur ſi l'on vouloit tirer de l'un ou de l'autre de ces rapports ou même des deux pris enſemble, le rapport réel de la chaleur propre du globe terreſtre à celle qui lui vient du Soleil, parce que ces rapports ne donnent que les points de la plus grande chaleur de l'été & de la plus petite chaleur, ou ce qui eſt la même choſe, du plus grand froid en hiver, & qu'on ignore tous les rapports intermédiaires des autres ſaiſons de l'année. Néanmoins ce ne ſeroit que de la ſomme de tous ces rapports, ſoigneuſement obſervés chaque jour, & enſuite réunis, qu'on pourroit tirer la proportion réelle de la chaleur du globe terreſtre à celle qui lui vient du Soleil. Mais nous pouvons arriver plus aiſément à ce même but, en prenant le climat de l'Équateur qui n'eſt pas ſujet aux mêmes inconvéniens; parce que les étés, les hivers & toutes les *ſaiſons* y étant à peu-près égales, le rapport de la chaleur ſolaire à la chaleur terreſtre y eſt conſtant, & toujours de $\frac{1}{50}$, non-ſeulement ſous la ligne Équatoriale, mais à cinq degrés des deux côtés de cette ligne *(g)*. On peut donc croire d'après ces obſervations, qu'en général la chaleur de la Terre eſt encore aujourd'hui cinquante fois plus grande que la chaleur qui lui vient du Soleil. Cette addition ou compenſation de $\frac{1}{50}$ à la perte de la chaleur propre du globe, n'eſt pas

(f) Voyez la Table dreſſée par M. de Mairan, *Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1765, page 143.*

(g) Voyez la Table citée ci-deſſus.

ſi conſidérable qu'on auroit été porté à l'imaginer. Mais à meſure que le globe ſe refroidira davantage, cette même chaleur du Soleil, ſera une plus forte compenſation & deviendra de plus en plus néceſſaire au maintien de la Nature vivante; comme elle a été de moins en moins utile à meſure qu'on remonte vers les premiers temps; car en prenant 74047 ans pour date de la formation de la Terre & des planètes, il s'eſt écoulé peut-être plus de 35000 ans, où la chaleur du Soleil étoit de trop pour nous, puiſque la ſurface de notre globe étoit encore ſi chaude au bout de 33911 ans, qu'on n'auroit pu la toucher.

Pour évaluer l'effet total de cette compenſation qui eſt $\frac{1}{50}$ aujourd'hui, il faut chercher ce qu'elle a été précédemment, à commencer du premier moment lorſque la Terre étoit en incandeſcence; ce que nous trouverons en comparant la chaleur actuelle du globe terreſtre avec celle qu'il avoit dans ce temps. Or nous ſavons par les expériences de Newton, corrigées dans notre premier Mémoire *(h)*, que la chaleur du fer rouge qui eſt à très-peu près égale à celle du verre en incandeſcence, eſt huit fois plus grande que la chaleur de l'eau bouillante, & vingt-quatre fois plus grande que celle du Soleil en été. Or cette chaleur du Soleil en été, à laquelle Newton a comparé les autres chaleurs, eſt compoſée de la chaleur propre de la Terre & de celle qui lui vient du Soleil en

(h) Premier Mémoire ſur les progrès de la chaleur, partie expérimentale, *tome I, page 145.*

été dans nos climats; & comme cette dernière chaleur n'eſt que $\frac{1}{29}$ de la première, il s'enſuit que de $\frac{30}{30}$ ou 1 qui repréſentent ici l'unité de la chaleur en été, il n'en appartient au Soleil que $\frac{1}{30}$, & qu'il en appartient $\frac{29}{30}$ à la Terre. Ainſi la chaleur du fer rouge qui a été trouvée vingt-quatre fois plus grande que ces deux chaleurs priſes enſemble, doit être augmentée de $\frac{1}{30}$ dans la même raiſon qu'elle eſt auſſi diminuée, & cette augmentation eſt par conſéquent de $\frac{24}{30}$ ou de $\frac{4}{5}$. Nous devons donc eſtimer à très-peu près 25 la chaleur du fer rouge, relativement à la chaleur propre & actuelle du globe terreſtre qui nous ſert d'unité. On peut donc dire que dans le temps de l'incandeſcence, il étoit vingt-cinq fois plus chaud qu'il ne l'eſt aujourd'hui; car nous devons regarder la chaleur du Soleil comme une quantité conſtante, ou qui n'a que très-peu varié depuis la formation des planètes. Ainſi la chaleur actuelle du globe étant à celle de ſon état d'incandeſcence : : 1 : 25, & la diminution de cette chaleur s'étant faite en même raiſon que la ſucceſſion du temps, dont l'écoulement total depuis l'incandeſcence eſt de 74047 ans; nous trouverons en diviſant 74047 par 25, que tous les 2962 ans environ, cette première chaleur du globe a diminué de $\frac{1}{25}$; & qu'elle continuera de diminuer de même juſqu'à ce qu'elle ſoit entièrement diſſipée; en ſorte qu'ayant été 25 il y a 74047 ans, & ſe trouvant aujourd'hui $\frac{25}{25}$ ou 1, elle ſera dans 74047 autres années $\frac{1}{25}$ de ce qu'elle eſt actuellement.

Mais cette compenſation par la chaleur du Soleil

étant $\frac{1}{50}$ aujourd'hui, étoit vingt-cinq fois plus petite dans le temps que la chaleur du globe étoit vingt-cinq fois plus grande; multipliant donc $\frac{1}{50}$ par $\frac{1}{25}$, la compenſation dans l'état d'incandeſcence n'étoit que de $\frac{1}{1250}$. Et comme la chaleur primitive du globe a diminué de $\frac{1}{25}$ tous les 2962 ans, on doit en conclure que dans les derniers 2962 ans, la compenſation étant $\frac{1}{50}$, & dans les premiers 2962 ans étant $\frac{1}{1250}$, dont la ſomme eſt $\frac{26}{1250}$, la compenſation des temps ſuivans & antécédens, c'eſt-à-dire, pendant les 2962 ans précédant les derniers, & pendant les 2962 ſuivant les premiers, a toujours été égale à $\frac{26}{1250}$. D'où il réſulte que la compenſation totale pendant les 74047 ans, eſt $\frac{26}{1250}$ multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la ſomme de tous les termes de 2962 ans, ce qui donne $\frac{325}{1250}$ ou $\frac{13}{50}$. C'eſt-là toute la compenſation que la chaleur du Soleil a faite à la perte de la chaleur propre du globe terreſtre; cette perte depuis le commencement juſqu'à la fin des 74047 ans étant 25, elle eſt à la compenſation totale, comme le temps total de la période, eſt au temps du prolongement du refroidiſſement pendant cette période de 74047 ans. On aura donc 25 : $\frac{13}{50}$: : 74047 : 770 ans environ. Ainſi au lieu de 74047 ans, on doit dire qu'il y a 74817 ans que la Terre a commencé de recevoir la chaleur du Soleil & de perdre la ſienne.

Le feu du Soleil qui nous paroît ſi conſidérable, n'ayant compenſé la perte de la chaleur propre de notre globe que de $\frac{13}{50}$ ſur 25, depuis le premier temps de ſa

formation, l'on voit évidemment que la compenſation qu'a pu produire la chaleur envoyée par la Lune & par les autres planètes à la Terre eſt ſi petite, qu'on pourroit la négliger, ſans craindre de ſe tromper, de plus de dix ans ſur le prolongement des 74817 ans qui ſe ſont écoulés pour le refroidiſſement de la Terre à la température actuelle. Mais comme dans un ſujet de cette eſpèce on peut deſirer que tout ſoit démontré, nous ferons la recherche de la compenſation qu'a pu produire la chaleur de la Lune à la perte de la chaleur du globe de la Terre.

La Lune ſe ſeroit refroidie au point de pouvoir en toucher la ſurface en 6492 ans, & au point de la température actuelle de la Terre en 14176 ans, en ſuppoſant que la Terre ſe fût elle-même refroidie à ce point en 74047 ans; mais comme elle ne s'eſt réellement refroidie à la température actuelle qu'en 74817 ans environ, la Lune n'a pu ſe refroidir de même qu'en 14323 ans environ, en ſuppoſant encore que rien n'eût compenſé la perte de ſa chaleur propre. Ainſi ſa chaleur étoit à la fin de cette période de 14323 ans, vingt-cinq fois plus petite que dans le temps de l'incandeſcence, & l'on aura en diviſant 14323 par 25, 533 ans environ; en ſorte que tous les 533 ans, cette première chaleur de la Lune a diminué de $\frac{1}{25}$, & qu'étant d'abord 25, elle s'eſt trouvée $\frac{25}{25}$ ou 1 au bout de 14323 ans, & de $\frac{1}{25}$ au bout de 14323 autres années; d'où l'on peut conclure que la Lune après 28646 ans, auroit été auſſi refroidie

refroidie que la Terre le ſera dans 74817 ans, ſi rien n'eût compenſé la perte de la chaleur propre de cette planète.

Mais la Lune n'a pu envoyer à la Terre une chaleur un peu conſidérable que pendant le temps qu'a duré ſon incandeſcence & ſon état de chaleur, juſqu'au degré de la température actuelle de la Terre, & elle ſeroit en effet arrivée à ce point de refroidiſſement en 14323 ans, ſi rien n'eût compenſé la perte de ſa chaleur propre; mais nous démontrerons tout-à-l'heure que pendant cette période de 14323 ans, la chaleur du Soleil a compenſé la perte de la chaleur de la Lune, aſſez pour prolonger le temps de ſon refroidiſſement de 149 ans; & nous démontrerons de même que la chaleur envoyée par la Terre à la Lune pendant cette même période de 14323 ans, a prolongé ſon refroidiſſement de 1937 ans. Ainſi la période réelle du temps du refroidiſſement de la Lune, depuis l'incandeſcence juſqu'à la température actuelle de la Terre, doit être augmentée de 2086 ans, & ſe trouve être de 16409 ans, au lieu de 14323 ans.

Suppoſant donc la chaleur qu'elle nous envoyoit dans le temps de ſon incandeſcence, égale à celle qui nous vient du Soleil, parce que ces deux aſtres nous préſentent chacun une ſurface à peu-près égale; on verra que cette chaleur envoyée par la Lune, étant comme celle du Soleil $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe terreſtre, ne faiſoit compenſation dans le temps de l'incandeſcence que de $\frac{1}{1250}$ à la perte de la chaleur intérieure de notre

globe, parce qu'il étoit lui-même en incandefcence, & qu'alors fa chaleur propre étoit vingt-cinq fois plus grande qu'elle ne l'eft aujourd'hui. Or au bout de 16409 ans la Lune étant refroidie au même point de température que l'eft actuellement la Terre, la chaleur que cette planète lui envoyoit dans ce temps, n'auroit pu faire qu'une compenfation vingt-cinq fois plus petite que la première, c'eft-à-dire, de $\frac{1}{31250}$ fi le globe terreftre eût confervé fon état d'incandefcence; mais fa première chaleur ayant diminué de $\frac{1}{25}$ tous les 2962 ans, elle n'étoit plus que de $19\frac{1}{2}$ environ au bout de 16409 ans. Ainfi la compenfation que faifoit alors la chaleur de la Lune, au lieu de n'être que de $\frac{1}{31250}$, étoit de $\frac{\frac{19\frac{1}{2}}{25}}{31250}$. En ajoutant ces deux termes de compenfation du premier & du dernier temps, c'eft-à-dire $\frac{1}{1250}$ avec $\frac{\frac{19\frac{1}{2}}{25}}{31250}$ on aura $\frac{25\frac{19\frac{1}{2}}{25}}{31250}$ pour la fomme de ces deux compenfations qui étant multipliée par $12\frac{1}{2}$, moitié de la fomme de tous les termes, donne $\frac{309\frac{1}{4}}{31250}$ pour la compenfation totale qu'a faite la chaleur envoyée par la Lune à la Terre pendant les 16409 ans. Et comme la perte de la chaleur propre eft à la compenfation en même raifon que le temps total de la période eft au prolongement du refroidiffement, on aura $25 : \frac{309\frac{1}{4}}{31250} :: 16409 : 6\frac{62}{125}$ environ. Ainfi la chaleur que la Lune a envoyée fur le globe terreftre

pendant 16409 ans, c'eſt-à-dire, depuis l'état de ſon incandeſcence juſqu'à celui où elle avoit une chaleur égale à la température actuelle de la Terre, n'a prolongé le refroidiſſement de notre globe que de 6 ans ½ environ, qui étant ajoutés aux 74817 ans que nous avons trouvés précédemment, font en tout 74823 ans ½ environ, qu'on doit encore augmenter de 8 ans, parce que nous n'avons compté que 74047 ans, au lieu de 74817 pour le temps du refroidiſſement de la Terre, & que 74047 ans : 770 : : 770 : 8 ans environ, & par conſéquent on peut réellement aſſigner 74831 ½ ou 74832 ans, à très-peu près pour le temps précis qui s'eſt écoulé depuis l'incandeſcence de la Terre juſqu'à ſon refroidiſſement à la température actuelle.

On voit par cette évaluation de la chaleur, que la Lune a envoyée ſur la Terre, combien eſt encore plus petite la compenſation que la chaleur des cinq autres planètes a pu faire à la perte de la chaleur intérieure de notre globe; ces cinq planètes priſes enſemble, ne préſentent pas à nos yeux une étendue de ſurface à beaucoup près auſſi grande que celle de la Lune ſeule, & quoique l'incandeſcence des deux groſſes planètes ait duré bien plus long-temps que celle de la Lune, & que leur chaleur ſubſiſte encore aujourd'hui à un très-haut degré, leur éloignement de nous eſt ſi grand, qu'elles n'ont pu prolonger le refroidiſſement de notre globe que d'une ſi petite quantité de temps, qu'on peut la regarder comme nulle, & qu'on doit s'en tenir aux 74832 ans que nous

[illegible] minés pour le temps réel du refroidiſſement de la Terre à la température actuelle.

Maintenant il faut évaluer, comme nous l'avons fait pour la Terre, la compenſation que la chaleur du Soleil a faite à la perte de la chaleur propre de la Lune, & auſſi la compenſation que la chaleur du globe terreſtre a pu faire à la perte de cette même chaleur de la Lune, & démontrer, comme nous l'avons avancé, qu'on doit ajouter 2086 à la période de 14323 ans, pendant laquelle elle auroit perdu ſa chaleur propre juſqu'au point de la température actuelle de la Terre, ſi rien n'eût compenſé cette perte.

En faiſant donc, ſur la chaleur du Soleil, le même raiſonnement pour la Lune que nous avons fait pour la Terre, on verra qu'au bout de 14323 ans, la chaleur du Soleil ſur la Lune, n'étoit que comme ſur la Terre $\frac{1}{50}$ de la chaleur propre de cette planète, parce que ſa diſtance au Soleil & celle de la Terre au même aſtre, ſont à très-peu près les mêmes : dès-lors ſa chaleur dans le temps de l'incandeſcence ayant été vingt-cinq fois plus grande, il s'enſuit que tous les 533 ans, cette première chaleur a diminué de $\frac{1}{25}$, en ſorte qu'étant d'abord 25, elle n'étoit au bout de 14323 ans que $\frac{25}{25}$ ou 1. Or la compenſation que faiſoit la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre de la Lune étant $\frac{1}{50}$ au bout de 14323 ans, & $\frac{1}{1250}$ dans le temps de ſon incandeſcence, on aura, en ajoutant ces deux termes $\frac{26}{1250}$, leſquels multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la ſomme de tous les termes,

donnent $\frac{13}{50}$ pour la compenſation totale pendant cette première période de 14323 ans. Et comme la perte de la chaleur propre eſt à la compenſation en même raiſon que le temps de la période eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura 25 : $\frac{13}{50}$: : 14323 : 149 ans environ. D'où l'on voit que le prolongement du temps pour le refroidiſſement de la Lune, par la chaleur du Soleil, a été de 149 ans pendant cette première période de 14323 ans, ce qui fait en tout 14472 ans pour le temps du refroidiſſement, y compris le prolongement qu'a produit la chaleur du Soleil.

Mais on doit en effet prolonger encore le temps du refroidiſſement de cette planète, parce que l'on eſt aſſuré, même par les phénomènes actuels, que la Terre lui envoie une grande quantité de lumière, & en même-temps quelque chaleur. Cette couleur terne qui ſe voit ſur la ſurface de la Lune quand elle n'eſt pas éclairée du Soleil, & à laquelle les Aſtronomes ont donné le nom de *lumière cendrée,* n'eſt à la vérité que la réflexion de la lumière ſolaire que la Terre lui envoie; mais il faut que la quantité en ſoit bien conſidérable, pour qu'après une double réflexion elle ſoit encore ſenſible à nos yeux d'une diſtance auſſi grande. En effet cette lumière eſt près de ſeize fois plus grande que la quantité de lumière qui nous eſt envoyée par la pleine Lune, puiſque la ſurface de la Terre eſt pour la Lune près de ſeize fois plus étendue que la ſurface de cette planète ne l'eſt pour nous.

Pour me donner l'idée nette d'une lumière seize fois plus forte que celle de la Lune, j'ai fait tomber dans un lieu obscur, au moyen des miroirs d'Archimède, trente-deux images de la pleine Lune, réunies sur les mêmes objets; la lumière de ces trente-deux images étoit seize fois plus forte que la lumiere simple de la Lune, car nous avons démontré par les expériences du sixième Mémoire, que la lumiere en général ne perd qu'environ moitié par la réflexion sur une surface bien polie. Or cette lumière des trente-deux images de la Lune, m'a paru éclairer les objets autant & plus que celle du jour lorsque le Ciel est couvert de nuages; il n'y a donc point de nuit pour la face de la Lune qui nous regarde, tant que le Soleil éclaire la face de la Terre qui la regarde elle-même.

Mais cette lumiere n'est pas la seule émanation bénigne que la Lune ait reçue & reçoive de la Terre. Dans le commencement des temps, le globe terrestre étoit pour cette planète un second Soleil plus ardent que le premier; comme sa distance à la Terre n'est que de quatre-vingt-cinq mille lieues, & que la distance du Soleil est d'environ trente-trois millions, la Terre faisoit alors sur la Lune un feu bien supérieur à celui du Soleil; nous ferons aisément l'estimation de cet effet, en considérant que la Terre présente à la Lune une surface environ seize fois plus grande que le Soleil, & par conséquent le globe terrestre dans son état d'incandescence étoit pour la Lune un astre seize fois plus

grand que le Soleil *(l)*. Or, nous avons vu que la compenſation faite par la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre de la Lune pendant 14323 ans, a été de $\frac{1}{75}$, & le prolongement du refroidiſſement, de 149 ans; mais la chaleur envoyée par la Terre en incandeſcence, étant ſeize fois plus grande que celle du Soleil, la compenſation qu'elle a faite alors étoit donc $\frac{16}{1250}$, parce

---

(l) On peut encore préſenter d'une autre manière, qui paroîtra peut-être plus claire, les raiſonnemens & les calculs ci-deſſus. On ſait que le diamètre du Soleil eſt à celui de la Terre : : 107 : 1, leurs ſurfaces : : 11449 : 1, & leurs volumes : : 1225043 : 1.

Le Soleil qui eſt à peu-près éloigné de la Terre & de la Lune également, leur envoie à chacune une certaine quantité de chaleur, laquelle, comme celle de tous les corps chauds, eſt en raiſon de la ſurface & non pas du volume. Suppoſant donc le Soleil diviſé en 1225043 petits globes, chacun gros comme la Terre, la chaleur que chacun de ces petits globes enverroit à la Lune, ſeroit à celle que le Soleil lui envoie, comme la ſurface d'un de ces petits globes eſt à la ſurface du Soleil, c'eſt-à-dire : : 1 : 11449. Mais en mettant ce petit globe de feu à la place de la Terre, il eſt évident que la chaleur ſera augmentée dans la même raiſon que l'eſpace aura diminué. Or, la diſtance du Soleil & celle de la Terre à la Lune, ſont entre elles : : 7200 : 17, dont les quarrés ſont : : 51840000 : 289. Donc la chaleur que le petit globe de feu placé à quatre-vingt-cinq mille lieues de diſtance de la Lune lui enverroit, ſeroit à celle qu'il lui envoyoit auparavant : : 179377 : 1. Mais nous avons vu que la ſurface de ce petit globe n'étoit à celle du Soleil que : : 1 : 11449, ainſi la quantité de chaleur que ſa ſurface enverroit vers la Lune, eſt onze mille quatre cents quarante-neuf fois plus petite que celle du Soleil. Diviſant donc 179377 par 11449, il ſe trouve que cette chaleur envoyée par la Terre en incandeſcence à la Lune étoit $15\frac{2}{3}$, c'eſt-à-dire environ ſeize fois plus forte que celle du Soleil.

que la Lune étoit elle-même en incandeſcence, & que ſa chaleur propre étoit vingt-cinq fois plus grande qu'elle n'étoit au bout des 14323 ans; néanmoins la chaleur de notre globe ayant diminué de 25 à 20 $\frac{1}{7}$ environ, depuis ſon incandeſcence juſqu'à ce même terme de 14323 ans, il s'enſuit que la chaleur envoyée par la Terre à la Lune dans ce temps, n'auroit fait compenſation que de $\frac{12\frac{22}{25}}{1250}$ ſi la Lune eût conſervé ſon état d'incandeſcence, mais ſa première chaleur ayant diminué pendant les 14323 ans de 25, la compenſation que faiſoit alors la chaleur de la Terre, au lieu de n'être que de $\frac{12\frac{22}{25}}{1250}$ a été de $\frac{12\frac{22}{25}}{1250}$ multipliés par 25, c'eſt-à-dire, de $\frac{322}{1250}$; en ajoutant ces deux termes de compenſation du premier & du dernier temps de cette période de 14323 ans; ſavoir, $\frac{16}{1250}$ & $\frac{322}{1250}$, on aura $\frac{338}{1250}$ pour la ſomme de ces deux termes de compenſation, qui étant multipliée par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la ſomme de tous les termes, donne $\frac{4225}{1250}$ ou 3 $\frac{19}{50}$ pour la compenſation totale qu'a faite la chaleur envoyée par la Terre à la Lune pendant les 14323 ans; & comme la perte de la chaleur propre eſt à la compenſation en même raiſon que le temps de la période eſt à celui du prolongement du refroidiſſement, on aura 25 : 3 $\frac{19}{50}$: : 14323 : 1937 ans environ. Ainſi la chaleur de la Terre a prolongé de 1937 ans le refroidiſſement de la Lune pendant la première période de 14323 ans, & la chaleur du Soleil l'ayant auſſi prolongé de 149 ans, la période du temps réel qui s'eſt écoulé depuis l'incandeſcence juſqu'au refroidiſſement

de

de la Lune à la température actuelle de la Terre eſt de 16409 ans environ.

Voyons maintenant combien la chaleur du Soleil & celle de la Terre ont compenſé la perte de la chaleur propre de la Lune dans la période ſuivante, c'eſt-à-dire, pendant les 14323 ans qui ſe ſont écoulés depuis la fin de la première période, où ſa chaleur auroit été égale à la température actuelle de la Terre ſi rien n'eût compenſé la perte de ſa chaleur propre.

La compenſation par la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre de la Lune, étoit $\frac{1}{50}$ au commencement & $\frac{25}{50}$ à la fin de cette ſeconde période. La ſomme de ces deux termes eſt $\frac{26}{50}$, qui étant multipliée par $12 \frac{1}{2}$, moitié de la ſomme de tous les termes, donne $\frac{325}{50}$ ou $6 \frac{1}{2}$ pour la compenſation totale par la chaleur du Soleil pendant la ſeconde période de 14323 ans. Mais la Lune ayant perdu pendant ce temps 25 de ſa chaleur propre, & la perte de la chaleur propre étant à la compenſation en même raiſon que le temps de la période eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura $25 : 6 \frac{1}{2} :: 14323 : 3724$ ans. Ainſi le prolongement du temps pour le refroidiſſement de la Lune, par la chaleur du Soleil, ayant été de 149 ans dans la première période, a été de 3728 ans pour la ſeconde période de 14323 ans.

Et à l'égard de la compenſation produite par la chaleur de la Terre, pendant cette même ſeconde période de 14323 ans, nous avons vu qu'au commencement de cette ſeconde période, la chaleur propre du globe terreſtre

étant de 20 $\frac{1}{7}$, la compenſation qu'elle a faite alors a été de $\frac{322\,[illegible]}{1250}$. Or la chaleur de la Terre ayant diminué pendant cette ſeconde période de 20 $\frac{1}{7}$ à 15 $\frac{2}{7}$, la compenſation n'eût été que de $\frac{244\,[illegible]}{1250}$ environ, à la fin de cette période ſi la Lune eût conſervé le degré de chaleur qu'elle avoit au commencement de cette même période; mais comme ſa chaleur propre a diminué de $\frac{25}{25}$ à $\frac{1}{25}$ pendant cette ſeconde période, la compenſation produite par la chaleur de la Terre, au lieu de n'être que $\frac{244\,[illegible]}{1250}$ a été de $\frac{6111\,[illegible]}{1250}$ à la fin de cette ſeconde période; ajoutant les deux termes de compenſation du premier & du dernier temps de cette ſeconde période, c'eſt-à-dire, $\frac{322\,[illegible]}{1250}$ & $\frac{6111\,[illegible]}{1250}$ on aura $\frac{6433\,[illegible]}{1250}$ qui étant multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la ſomme de tous les termes, donnent $\frac{80423}{1250}$ ou 64 $\frac{1}{3}$ environ, pour la compenſation totale qu'a faite la chaleur envoyée par la Terre à la Lune dans cette ſeconde période. Et comme la perte de la chaleur propre eſt à la compenſation en même raiſon que le temps de la période eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura 25 : 64 $\frac{1}{3}$: : 14323 : 38057 ans environ. Ainſi le prolongement du refroidiſſement de la Lune, par la chaleur de la Terre, qui a été de 1937 ans pendant la première période, ſe trouve de 38057 ans environ pour la ſeconde période de 14323 ans.

A l'égard du moment où la chaleur envoyée par le Soleil à la Lune, a été égale à ſa chaleur propre, il ne s'eſt trouvé ni dans la première ni dans la ſeconde période

de 14323 ans, mais dans la troisieme précisément, au second terme de cette troisieme période, qui multiplié par 572 $\frac{23}{25}$, donne 1145 $\frac{21}{25}$, lesquels ajoutés aux 28646 annécs des deux périodes, font 29791 ans $\frac{21}{25}$. Ainsi c'est dans l'année 29792 de la formation des planetes que l'accession de la chaleur du Soleil a commencé à égaler & ensuite surpasser la déperdition de la chaleur propre de la Lune.

Le refroidissement de cette planete a donc été prolongé pendant la premiere période, 1.° de 149 ans par la chaleur du Soleil; 2.° de 1937 ans par la chaleur de la Terre; & dans la seconde période le refroidissement de la Lune a été prolongé, 3.° de 3724 ans par la chaleur du Soleil, & 4.° de 38057 ans par la chaleur de la Terre. En ajoutant ces quatre termes on aura 43867 ans, qui étant joints aux 28646 ans des deux périodes, font en tout 72513 ans. D'où l'on voit que c'a été dans l'année 72513, c'est-à-dire, il y a 2318 ans que la Lune a été refroidie au point de $\frac{1}{25}$ de la température actuelle du globe de la Terre.

La plus grande chaleur que nous ayons comparée à celle du Soleil ou de la Terre, est la chaleur du fer rouge; & nous avons trouvé que cette chaleur extrême n'est néanmoins que vingt-cinq fois plus grande que la chaleur actuelle du globe de la Terre, en sorte que notre globe, lorsqu'il étoit en incandescence, ayant 25 de chaleur, n'en a plus que la vingt-cinquieme partie, c'est-à-dire $\frac{25}{25}$ ou 1; & en supposant la première période de 74047 ans, on doit conclure que dans une

ſeconde période ſemblable de 74047 ans, cette chaleur ne ſera plus que $\frac{1}{25}$ de ce qu'elle étoit à la fin de la première période, c'eſt-à-dire, il y a 785 ans. Nous regardons le terme $\frac{1}{25}$ comme celui de la plus petite chaleur, de la même façon que nous avons pris 25, comme celui de la plus forte chaleur dont un corps ſolide puiſſe être pénétré. Cependant ceci ne doit s'entendre que relativement à notre propre nature, & à celle des êtres organiſés, car cette chaleur $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre, eſt encore double de celle qui nous vient du Soleil, ce qui fait une chaleur conſidérable, & qui ne peut être regardée, comme très-petite, que relativement à celle qui eſt néceſſaire au maintien de la Nature vivante; car il eſt démontré, même par ce que nous venons d'expoſer, que ſi la chaleur actuelle de la Terre étoit vingt-cinq fois plus petite qu'elle ne l'eſt, toutes les matières fluides du globe ſeroient gelées, & que ni l'eau, ni la sève, ni le ſang ne pourroient circuler; & c'eſt par cette raiſon que j'ai regardé le terme $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe, comme le point de la plus petite chaleur, relativement à la Nature organiſée, puiſque de la même manière qu'elle ne peut naître dans le feu, ni exiſter dans la tres-grande chaleur, elle ne peut de même ſubſiſter ſans chaleur ou dans une trop petite chaleur. Nous tâcherons d'indiquer plus préciſément les termes de froid & de chaud, où les êtres vivans ceſſeroient d'exiſter, mais il faut voir auparavant comment ſe fera le progrès du refroidiſſement

du globe terreſtre juſqu'à ce point $\frac{1}{25}$ de ſa chaleur actuelle.

Nous avons deux périodes de temps, chacune de 74047 ans, dont la premiere eſt écoulée, & a été prolongée de 785 ans par l'acceſſion de la chaleur du Soleil & de celle de la Lune. Dans cette première période, la chaleur propre de la Terre s'eſt réduite de 25 à 1, & dans la ſeconde période, elle ſe réduira de 1 à $\frac{1}{25}$. Or, nous n'avons à conſidérer dans cette ſeconde période que la compenſation de la chaleur du Soleil, car on voit que la chaleur de la Lune eſt depuis long-temps ſi foible, qu'elle ne peut envoyer à la Terre qu'une ſi petite quantité, qu'on doit la regarder comme nulle. Or, la compenſation par la chaleur du Soleil, étant $\frac{1}{50}$ à la fin de la premiere période de la chaleur propre de la Terre, ſera par conſéquent $\frac{25}{50}$ à la fin de la ſeconde période de 74047 ans. D'où il réſulte que la compenſation totale que produira la chaleur du Soleil pendant cette ſeconde période, ſera $\frac{325}{50}$ ou $6\frac{1}{2}$. Et comme la perte totale de la chaleur propre eſt à la compenſation totale en même raiſon que le temps de la période eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura $25 : 6\frac{1}{2} :: 74047 : 19252$ environ. Ainſi la chaleur du Soleil qui a prolongé le refroidiſſement de la Terre de 770 ans pour la première période, le prolongera pour la ſeconde de 19252 ans.

Et le moment où la chaleur du Soleil ſera égale à la chaleur propre de la Terre, ne ſe trouvera pas encore

dans cette ſeconde période, mais au ſecond terme d'une troiſieme periode de 74047 ans; & comme chaque terme de ces periodes eſt de 2962 ans, en les multipliant par 2, on a 5924 ans, leſquels ajoutés aux 148094 ans des deux premieres périodes, il ſe trouve que ce ne ſera que dans l'année 154018 de la formation des planetes que la chaleur envoyée du Soleil à la Terre, ſera égale à ſa chaleur propre.

Le refroidiſſement du globe terreſtre a donc été prolongé de 776 ans $\frac{1}{2}$ pour la première periode, tant par la chaleur du Soleil que par celle de la Lune; & il ſera encore prolongé de 19252 ans par la chaleur du Soleil pour la ſeconde période de 74047 ans. Ajoutant ces deux termes aux 148094 ans des deux périodes, on voit que ce ne ſera que dans l'année 168123 de la formation des planetes, c'eſt-à-dire, dans 93291 ans que la Terre ſera refroidie au point de $\frac{1}{25}$ de la température actuelle, tandis que la Lune l'a été dans l'année 72514, c'eſt-à-dire, il y a 2318 ans, & l'auroit été bien plus tôt ſi elle ne tiroit, comme la Terre, des ſecours de chaleur que du Soleil, & ſi celle que lui a envoyé la Terre n'avoit pas retardé ſon refroidiſſement beaucoup plus que celle du Soleil.

Recherchons maintenant quelle a été la compenſation qu'a faite la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre des cinq autres planètes.

Nous avons vu que Mercure, dont le diamètre n'eſt que $\frac{1}{3}$ de celui du globe terreſtre, ſe ſeroit refroidi au

point de notre température actuelle en 50351 ans, dans la ſuppoſition que la Terre ſe fût refroidie à ce même point en 74047 ans ; mais comme elle ne s'eſt réellement refroidie à ce point qu'en 74832 ans, Mercure n'a pu ſe refroidir de même qu'en 50884 ans $\frac{5}{7}$ environ, & cela en ſuppoſant encore que rien n'eût compenſé la perte de ſa chaleur propre ; mais ſa diſtance au Soleil étant à celle de la Terre au même aſtre : : 4 : 10, il s'enſuit que la chaleur qu'il reçoit du Soleil, en comparaiſon de celle que reçoit la Terre, eſt : : 100 : 16, ou : : $6\frac{1}{4}$: 1. Dès-lors la compenſation qu'a faite la chaleur du Soleil lorſque cette planète étoit à la température actuelle de la Terre, au lieu de n'être que $\frac{1}{50}$, étoit $\frac{6\frac{1}{4}}{50}$, & dans le temps de ſon incandeſcence, c'eſt-à-dire, 50884 ans $\frac{5}{7}$ auparavant, cette compenſation n'étoit que $\frac{6\frac{1}{4}}{1250}$. Ajoutant ces deux termes de compenſation $\frac{6\frac{1}{4}}{50}$ & $\frac{6\frac{1}{4}}{1250}$ du premier & du dernier temps de cette période, on aura $\frac{162\frac{1}{2}}{1250}$, qui étant multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la ſomme de tous les termes, donnent $\frac{2031\frac{1}{4}}{1250}$ ou $1\frac{781\frac{1}{4}}{1250}$ pour la compenſation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette première période de 50884 ans $\frac{5}{7}$. Et comme la perte de la chaleur propre eſt à la compenſation en même raiſon que le temps de la période eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura 25 : $1\frac{781\frac{1}{4}}{1250}$: : $50884\frac{5}{7}$: 3307 ans $\frac{1}{2}$ environ. Ainſi le temps dont la chaleur du Soleil a prolongé le refroidiſſement de

Mercure, a été de 3307 ans $\frac{1}{2}$ pour la premiere période de 50884 ans $\frac{5}{7}$. D'où l'on voit que c'a été dans l'année 54192 de la formation des planètes, c'est-à-dire, il y a 20640 ans que Mercure jouissoit de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre.

Mais dans la seconde période, la compensation étant au commencement $\frac{6\frac{1}{4}}{50}$, & à la fin $\frac{156\frac{1}{4}}{50}$, on aura, en ajoutant ces temps, $\frac{162\frac{1}{2}}{50}$, qui étant multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{2031\frac{1}{4}}{50}$ ou 40 $\frac{5}{8}$ pour la compensation totale par la chaleur du Soleil dans cette seconde période. Et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 25 : 40 $\frac{5}{8}$: : 50884 $\frac{5}{7}$: 82688 ans environ. Ainsi le temps dont la chaleur du Soleil a prolongé & prolongera celui du refroidissement de Mercure, ayant été de 3307 ans $\frac{1}{2}$ dans la première période, sera pour la seconde de 82688 ans.

Le moment où la chaleur du Soleil s'est trouvée égale à la chaleur propre de cette planète, est au huitième terme de cette seconde période, qui multiplié par 2035 $\frac{2}{11}$ environ, nombre des années de chaque terme de cette période, donne 16283 ans environ, lesquels étant ajoutés aux 50884 ans $\frac{5}{7}$ de la période, on voit que c'a été dans l'année 67167 de la formation des planetes que la chaleur du Soleil a commencé de surpasser la chaleur propre de Mercure.

Le

Le refroidiſſement de cette planète a donc été prolongé de 3307 ans $\frac{1}{2}$ pendant la première période de 50884 ans $\frac{1}{2}$, & ſera prolongé de même par la chaleur du Soleil de 82688 ans pour la ſeconde période. Ajoutant ces deux nombres d'années à celui des deux périodes, on aura 187765 ans environ. D'où l'on voit que ce ne ſera que dans l'année 187765 de la formation des planètes que Mercure ſera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Vénus, dont le diamètre eſt $\frac{17}{18}$ de celui de la Terre, ſe ſeroit refroidie au point de notre température actuelle en 88815 ans, dans la ſuppoſition que la Terre ſe fût refroidie à ce même point en 74047 ans, mais comme elle ne s'eſt réellement refroidie à la température actuelle qu'en 74832 ans, Vénus n'a pu ſe refroidir de même qu'en 89757 ans environ, en ſuppoſant encore que rien n'eût compenſé la perte de ſa chaleur propre. Mais ſa diſtance au Soleil étant à celle de la Terre au même aſtre, comme 7 ſont à 10; il s'enſuit que la chaleur que Vénus reçoit du Soleil, en comparaiſon de celle que reçoit la Terre, eſt : : 100 : 49. Dès-lors la compenſation que fera la chaleur du Soleil lorſque cette planète ſera à la température actuelle de la Terre, au lieu de n'être que $\frac{1}{50}$, ſera $\frac{2\frac{1}{50}}{50}$; & dans le temps de ſon incandeſcence, cette compenſation n'a été que $\frac{2\frac{1}{50}}{1250}$. Ajoutant ces deux termes de compenſation du premier & du dernier temps de cette première période de 89757 ans, on aura

$\frac{52\frac{13}{25}}{1250}$, qui étant multipliés par 12 $\frac{1}{2}$ moitié de la ſomme de tous les termes, donnent $\frac{656\frac{1}{2}}{1250}$ pour la compenſation totale qu'a faite & que fera la chaleur du Soleil pendant cette première période de 89757 ans. Et comme la perte totale de la chaleur propre eſt à la compenſation totale en même raiſon que le temps de la période eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura 25 : $\frac{656\frac{1}{2}}{1250}$: : 89757 : 1885 ans $\frac{1}{2}$ environ. Ainſi le prolongement du refroidiſſement de cette planète, par la chaleur du Soleil, ſera de 1885 ans $\frac{1}{2}$ environ, pendant cette première période de 89757 ans. D'où l'on voit que ce ſera dans l'année 91643 de la formation des planètes, c'eſt-à-dire, dans 16811 ans que cette planète jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre.

Dans la ſeconde période, la compenſation étant au commencement $\frac{2\frac{1}{25}}{50}$, & à la fin $\frac{50\frac{12}{25}}{50}$, on aura, en ajoutant ces termes, $\frac{52\frac{13}{25}}{50}$, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$ moitié de la ſomme de tous les termes, donnent $\frac{656\frac{1}{2}}{50}$ ou 13 $\frac{13}{100}$ pour la compenſation totale par la chaleur du Soleil pendant cette ſeconde période. Et comme la perte de la chaleur propre eſt à la compenſation en même raiſon que le temps de la période eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura 25 : 13 $\frac{13}{100}$: : 89757 : 47140 ans $\frac{9}{25}$ environ. Ainſi le temps dont la chaleur du Soleil a prolongé le refroidiſſement de Vénus, étant pour la première période de 1885 ans $\frac{1}{2}$, ſera pour la ſeconde de 47140 ans $\frac{9}{25}$ environ.

Le moment où la chaleur du Soleil sera égale à la chaleur propre de cette planète, se trouve au 24 $\frac{76}{101}$, terme de l'écoulement du temps de cette seconde période, qui multiplié par 3590 $\frac{7}{25}$ environ, nombre des années de chaque terme de ces périodes de 89757 ans, donne 86167 ans $\frac{7}{25}$ environ, lesquels étant ajoutés aux 89757 ans de la période, on voit que ce ne sera que dans l'année 175924 de la formation des planètes que la chaleur du Soleil sera égale à la chaleur propre de Vénus.

Le refroidissement de cette planète sera donc prolongé de 1885 ans $\frac{1}{2}$, pendant la première période de 89757 ans, & sera prolongé de même de 47140 ans $\frac{9}{25}$ dans la seconde période; en ajoutant ces deux nombres d'années à celui des deux périodes, qui est de 179514 ans, on voit que ce ne sera que dans l'année 228540 de la formation des planètes que Vénus sera refroidie à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Mars, dont le diamètre est $\frac{13}{25}$ de celui de la Terre, se seroit refroidi au point de notre température actuelle en 28108 ans, dans la supposition que la Terre se fût refroidie à ce même point en 74047 ans; mais comme elle ne s'est réellement refroidie à ce point qu'en 74832 ans, Mars n'a pu se refroidir qu'en 28406 ans environ, en supposant encore que rien n'eût compensé la perte de sa chaleur propre. Mais sa distance au Soleil étant à celle de la Terre au même astre : : 15 : 10, il s'ensuit que la chaleur qu'il reçoit du Soleil, en comparaison de

celle que reçoit la Terre, eſt : : 100 : 225 ou : : 4 : 9. Dès-lors la compenſation qu'a faite la chaleur du Soleil lorſque cette planète étoit à la température actuelle de la Terre, au lieu d'être $\frac{1}{50}$ n'étoit que $\frac{\frac{4}{9}}{50}$; & dans le temps de l'incandeſcence cette compenſation n'étoit que $\frac{\frac{4}{9}}{1250}$. Ajoutant ces deux termes de compenſation du premier & du dernier temps de cette première période de 28406 ans, on aura $\frac{\frac{104}{9}}{1250}$, qui étant multiplié par $12\frac{1}{2}$, moitié de la ſomme de tous les termes, donne $\frac{\frac{1300}{9}}{1250}$ ou $\frac{144\frac{4}{9}}{1250}$ pour la compenſation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette première période. Et comme la perte de la chaleur propre eſt à la compenſation en même raiſon que le temps de la période eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura $25 : \frac{144\frac{4}{9}}{1250} : : 28406 : 131$ ans $\frac{3}{10}$ environ. Ainſi le temps dont la chaleur du Soleil a prolongé le refroidiſſement de Mars, a été d'environ 131 ans $\frac{3}{10}$, pour la première période de 28406 ans. D'où l'on voit que c'a été dans l'année 28538 de la formation des planètes, c'eſt-à-dire, il y a 46294 ans que Mars étoit à la température actuelle de la Terre.

Mais dans la ſeconde période, la compenſation étant au commencement $\frac{\frac{4}{9}}{50}$, & à la fin $\frac{\frac{100}{9}}{50}$, on aura en ajoutant ces termes $\frac{\frac{104}{9}}{50}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la ſomme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{1300}{9}}{50}$ ou $\frac{144\frac{4}{9}}{50}$ pour la

compenſation totale par la chaleur du Soleil pendant cette ſeconde période. Et comme la perte de la chaleur propre eſt à la compenſation en même raiſon que le temps de la période eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura $25 : \frac{144\frac{4}{9}}{50} :: 28406 : 3382$ ans $\frac{59}{125}$ environ. Ainſi le temps dont la chaleur du Soleil a prolongé le refroidiſſement de Mars dans la première période ayant été de 131 ans $\frac{3}{10}$, ſera dans la ſeconde de 3382 ans $\frac{59}{125}$.

Le moment où la chaleur du Soleil s'eſt trouvée égale à la chaleur propre de cette planète, eſt au $12\frac{1}{2}$, terme de l'écoulement du temps dans cette ſeconde période, qui multiplié par $1136\frac{6}{25}$, nombre des années de chaque terme de ces périodes, donne 14203 ans, leſquels étant ajoutés aux 28406 ans de la première période, on voit que c'a été dans l'année 42609 de la formation des planètes que la chaleur du Soleil a été égale à la chaleur propre de cette planète; & que depuis ce temps elle l'a toujours ſurpaſſée.

Le refroidiſſement de Mars a donc été prolongé, par la chaleur du Soleil, de 131 ans $\frac{3}{10}$ pendant la première période, & l'a été dans la ſeconde période de 3382 ans $\frac{59}{125}$. Ajoutant ces deux termes à la ſomme des deux périodes, on aura 60325 ans $\frac{19}{390}$ environ. D'où l'on voit que c'a été dans l'année 60326 de la formation des planètes, c'eſt-à-dire, il y a 14506 ans que Mars a été refroidi à $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre.

Jupiter, dont le diamètre eſt onze fois plus grand que celui de la Terre, & ſa diſtance au Soleil : : 52 : 10, ne ſe refroidira au point de la Terre qu'en 237838 ans, abſtraction faite de toute compenſation que la chaleur du Soleil & celle de ſes Satellites ont pu & pourront faire à la perte de ſa chaleur propre, & ſur-tout en ſuppoſant que la Terre ſe fût refroidie au point de la température actuelle en 74047 ans; mais comme elle ne s'eſt réellement refroidie à ce point qu'en 74832 ans, Jupiter ne pourra ſe refroidir au même point qu'en 240358 ans. Et en ne conſidérant d'abord que la compenſation faite par la chaleur du Soleil ſur cette groſſe planète, nous verrons que la chaleur qu'elle reçoit du Soleil, eſt à celle qu'en reçoit la Terre : : 100 : 2704 ou : : 25 : 676. Dès-lors la compenſation que fera la chaleur du Soleil lorſque Jupiter ſera refroidi à la température actuelle de la Terre, au lieu d'être $\frac{1}{50}$, ne ſera que $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, & dans le temps de l'incandeſcence cette compenſation n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$: ajoutant ces deux termes de compenſation du premier & du dernier temps de cette première période de 240358 ans, on a $\frac{\frac{650}{676}}{1250}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$ moitié de la ſomme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{8125}{676}}{1250}$ ou $\frac{12\frac{11}{676}}{1250}$ pour la compenſation totale que fera la chaleur du Soleil pendant cette première période de 240358 ans. Et comme la perte de la chaleur propre eſt à la

compenſation en même raiſon que le temps de la période eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura $25 : \frac{12\frac{11}{676}}{1250}$: : 240358 : 93 ans environ. Ainſi le temps dont la chaleur du Soleil prolongera le refroidiſſement de Jupiter, ne ſera que de 93 ans pour la premiere période de 240358 ans; d'où l'on voit que ce ne ſera que dans l'année 240451 de la formation des planetes, c'eſt-à-dire, dans 165619 ans que le globe de Jupiter ſera refroidi au point de la température actuelle du globe de la Terre.

Dans la ſeconde période la compenſation étant au commencement $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, ſera à la fin $\frac{\frac{625}{676}}{50}$; en ajoutant ces deux termes, on aura $\frac{\frac{650}{676}}{50}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$ moitié de la ſomme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{8125}{676}}{50}$ ou $\frac{12\frac{11}{676}}{50}$ pour la compenſation totale par la chaleur du Soleil pendant cette ſeconde période. Et comme la perte de la chaleur propre eſt à la compenſation en même raiſon que le temps de la période eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura $25 : \frac{12\frac{11}{676}}{50}$: : 240358 : 2311 ans environ. Ainſi le temps dont la chaleur du Soleil prolongera le refroidiſſement de Jupiter, n'étant que de 93 ans dans la première période, ſera de 2311 ans pour la ſeconde période de 240358 ans.

Le moment où la chaleur du Soleil ſe trouvera égale à la chaleur propre de cette planète eſt ſi éloigné, qu'il n'arrivera pas dans cette ſeconde période, ni même dans la troiſième, quoiqu'elles ſoient chacune de 240358

ans; en ſorte qu'au bout de 721074 ans, la chaleur propre de Jupiter ſera encore plus grande que celle qu'il reçoit du Soleil.

Car dans la troiſième période, la compenſation étant au commencement $\frac{\frac{625}{676}}{50}$, elle ſera à la fin de cette même troiſième période $\frac{25\frac{77}{625}}{50}$, ce qui démontre qu'à la fin de cette troiſième période où la chaleur de Jupiter ne ſera que $\frac{1}{625}$ de la chaleur actuelle de la Terre, elle ſera néanmoins de près de moitié plus forte que celle du Soleil; en ſorte que ce ne ſera que dans la quatrième période où le moment entre l'égalité de la chaleur du Soleil & celle de la chaleur propre de Jupiter, ſe trouvera au $2\frac{102}{625}$, terme de l'écoulement du temps dans cette quatrième période, qui multiplié par $9614\frac{8}{25}$, nombre des années de chaque terme de ces périodes de 240358 ans, donne 19228 ans $\frac{4}{5}$ environ, leſquels ajoutés aux 721074 ans des trois périodes précédentes, font en tout 740302 ans $\frac{4}{5}$; d'où l'on voit que ce ne ſera que dans ce temps prodigieuſement éloigné, que la chaleur du Soleil ſur Jupiter ſe trouvera égale à ſa chaleur propre.

Le refroidiſſement de cette groſſe planète ſera donc prolongé, par la chaleur du Soleil, de 93 ans pour la première periode, & de 2311 ans pour la ſeconde. Ajoutant ces deux nombres d'années aux 480716 des deux premières périodes, on aura 483120 ans; d'où il réſulte que ce ne ſera que dans l'année 483121 de

de la formation des planètes, que Jupiter pourra être refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Saturne, dont le diamètre est à celui du globe terrestre : : 9 $\frac{1}{2}$: 1, & dont la distance au Soleil est à celle de la Terre au même astre, aussi : : 9 $\frac{1}{2}$: 1, perdroit de sa chaleur propre, au point de la température actuelle de la Terre, en 129434 ans, dans la supposition que la Terre se fût refroidie à ce même point en 74047 ans. Mais comme elle ne s'est réellement refroidie à la température actuelle qu'en 74832 ans, Saturne ne se refroidira qu'en 130806 ans, en supposant encore que rien ne compenseroit la perte de sa chaleur propre; mais la chaleur du Soleil, quoique très-foible à cause de son grand éloignement, la chaleur de ses satellites, celle de son anneau, & même celle de Jupiter, duquel il n'est qu'à une distance médiocre, en comparaison de son éloignement du Soleil, ont dû faire quelque compensation à la perte de sa chaleur propre, & par conséquent prolonger un peu le temps de son refroidissement.

Nous ne considérerons d'abord que la compensation qu'a dû faire la chaleur du Soleil : cette chaleur que reçoit Saturne est à celle que reçoit la Terre : : 100 : 9025, ou : : 4 : 361. Dès-lors la compensation que fera la chaleur du Soleil lorsque cette planète sera refroidie à la température actuelle de la Terre, au lieu d'être $\frac{1}{50}$, ne sera que $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, & dans le temps de l'incandescence, cette compensation n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$; ajoutant

ces deux termes, on aura $\frac{\frac{104}{361}}{1250}$, qui multiplié par 12 $\frac{1}{2}$ moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{1300}{361}}{1250}$ ou $\frac{3\frac{217}{361}}{1250}$ pour la compensation totale que sera la chaleur du Soleil dans les 130806 ans de la première période. Et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{3\frac{217}{361}}{1250}$ :: 130806 : 15 ans environ. Ainsi la chaleur du Soleil ne prolongera le refroidissement de Saturne que de 15 ans pendant cette première période de 130806 ans; d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 130821 de la formation des planètes, c'est-à-dire, dans 55989 ans que cette planète pourra être refroidie au point de la température actuelle de la Terre.

Dans la seconde période, la compensation, par la chaleur envoyée du Soleil, étant au commencement $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, sera à la fin de cette même période $\frac{\frac{100}{361}}{50}$. Ajoutant ces deux termes de compensation du premier & du dernier temps par la chaleur du Soleil dans cette seconde période, on aura $\frac{\frac{104}{361}}{50}$, qui multiplié par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donne $\frac{\frac{1300}{361}}{50}$ ou $\frac{3\frac{217}{361}}{50}$ pour la compensation totale que fera la chaleur du Soleil pendant cette seconde période. Et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que

le temps total de la période eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura 25 : $\frac{3\frac{217}{352}}{50}$: : 130806 : 377 ans environ. Ainſi le temps dont la chaleur du Soleil prolongera le refroidiſſement de Saturne, étant de 15 ans pour la première période, ſera de 377 ans pour la ſeconde. Ajoutant enſemble les 15 ans & les 377 ans, dont la chaleur du Soleil prolongera le refroidiſſement de Saturne pendant les deux périodes de 130806 ans, on verra que ce ne ſera que dans l'année 262020 de la formation des planètes, c'eſt-à-dire, dans 187188 ans que cette planète pourra être refroidie à $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre.

Dans la troiſième période, le premier terme de la compenſation, par la chaleur du Soleil, étant $\frac{\frac{100}{361}}{50}$ au commencement, & à la fin $\frac{\frac{2500}{361}}{50}$ ou $\frac{6\frac{334}{361}}{50}$, on voit que ce ne ſera pas encore dans cette troiſieme période, qu'arrivera le moment où la chaleur du Soleil ſera égale à la chaleur propre de cette planète, quoiqu'à la fin de cette troiſième période elle aura perdu de ſa chaleur propre, au point d'être refroidie à $\frac{1}{625}$ de la température actuelle de la Terre. Mais ce moment ſe trouvera au ſeptième terme $\frac{11}{50}$ de la quatrième période, qui multiplié par 5232 ans $\frac{6}{25}$, nombre des années de chaque terme de ces périodes de 130806 ans, donne 37776 ans $\frac{19}{25}$, leſquels étant ajoutés aux trois premières périodes, dont la ſomme eſt 392418 ans, ſont 430194 ans $\frac{19}{25}$. D'où l'on

voit que ce ne ſera que dans l'année 430195 de la formation des planètes, que la chaleur du Soleil ſe trouvera égale à la chaleur propre de Saturne.

Les périodes des temps du refroidiſſement de la Terre & des planètes, ſont donc dans l'ordre ſuivant :

REFROIDIES À LA TEMPÉRATURE ACTUELLE.				REFROIDIES À $\frac{1}{25}$ de la température actuelle.		
LA TERRE....	en	74832	ans.	En	168123	ans.
LA LUNE......	en	16409	ans.	En	72513	ans.
MERCURE.....	en	54192	ans.	En	187765	ans.
VÉNUS........	en	91643	ans.	En	228540	ans.
MARS.........	en	28538	ans.	En	60326	ans.
JUPITER......	en	240451	ans.	En	483121	ans.
SATURNE......	en	130821	ans.	En	262020	ans.

On voit, en jetant un coup d'œil ſur ces rapports, que dans notre hypothèſe la Lune & Mars ſont actuellement les planètes les plus froides; que Saturne, & ſur-tout Jupiter, ſont les plus chaudes; que Vénus eſt encore bien plus chaude que la Terre, & que Mercure qui a commencé depuis long-temps à jouir d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la Terre, eſt encore actuellement, & ſera pour long-temps au degré de chaleur qui eſt néceſſaire pour le maintien de la Nature vivante, tandis que la Lune & Mars ſont gelés depuis long-temps, & par conſéquent impropres depuis ce même temps à l'exiſtence des êtres organiſés.

Je ne peux quitter ces grands objets ſans rechercher

encore ce qui s'eſt paſſé & ſe paſſera dans les Satellites de Jupiter & de Saturne, relativement au temps du refroidiſſement de chacun en particulier. Les Aſtronomes ne ſont pas abſolument d'accord ſur la grandeur relative de ces Satellites ; & pour ne parler d'abord que de ceux de Jupiter, Wiſthon a prétendu que le troiſième de ſes Satellites étoit le plus grand de tous, & il l'a eſtimé de la même groſſeur à peu-près que le globe terreſtre ; enſuite il dit que le premier eſt un peu plus gros que Mars, le ſecond un peu plus grand que Mercure, & que le quatrième n'eſt guère plus grand que la Lune. Mais notre plus illuſtre aſtronome (Dominique Caſſini) a jugé au contraire que le quatrième Satellite étoit le plus grand de tous *(k)*. Pluſieurs cauſes concourent à cette incertitude ſur la grandeur des Satellites de Jupiter & de Saturne ; j'en indiquerai quelques-unes dans la ſuite, mais je me diſpenſerai d'en faire ici l'énumération & la diſcuſſion, ce qui m'éloigneroit trop de mon ſujet, je me contenterai de dire, qu'il me paroît plus que probable que les Satellites les plus éloignés de leur planète principale, ſont réellement les plus grands, de la même manière que les planètes les plus éloignées du Soleil, ſont auſſi les plus groſſes. Or les diſtances des quatre ſatellites de Jupiter, à commencer par le plus voiſin, qu'on appelle le premier, ſont à très-peu près comme $5\frac{2}{3}$, 9, $14\frac{1}{3}$, $25\frac{1}{4}$, & leur grandeur n'étant pas encore bien déterminée,

---

(k) Voyez l'Aſtronomie de M. de la Lande, *art. 2381.*

nous ſuppoſerons d'après l'analogie dont nous venons de parler, que le plus voiſin ou le premier n'eſt que de la grandeur de la Lune, le ſecond de celle de Mercure, le troiſième de la grandeur de Mars, & le quatrième de celle du globe de la Terre; & nous allons rechercher combien le bénéfice de la chaleur de Jupiter a compenſé la perte de leur chaleur propre.

Pour cela nous regarderons comme égale la chaleur envoyée par le Soleil à Jupiter & à ſes Satellites, parce qu'en effet leurs diſtances à cet aſtre de feu ſont à très-peu près les mêmes. Nous ſuppoſerons auſſi comme choſe très-plauſible, que la denſité des Satellites de Jupiter eſt égale à celle de Jupiter même *(l)*.

Cela poſé, nous verrons que le premier Satellite grand comme la Lune, c'eſt-à-dire, qui n'a que $\frac{3}{11}$ du diamètre de la Terre, ſe ſeroit conſolidé juſqu'au centre en 792 ans $\frac{3}{11}$, refroidi au point de pouvoir le toucher en 9248 ans $\frac{5}{11}$, & au point de la température actuelle de la Terre en 20194 ans $\frac{7}{11}$, ſi la denſité de ce Satellite n'étoit pas différente de celle de la Terre; mais comme la denſité du globe terreſtre eſt à celle de Jupiter ou de ſes Satellites : : 1000 : 292, il s'enſuit que le temps employé à la conſolidation juſqu'au centre & au refroidiſſement, doit être diminué dans la même raiſon, en

(l) Quand même on ſe refuſeroit à cette ſuppoſition de l'égalité de denſité dans Jupiter & de ſes Satellites, cela ne changeroit rien à ma théorie, & les réſultats du calcul ſeroient ſeulement un peu différens, mais le calcul lui-même ne ſeroit pas plus difficile à faire.

ſorte que ce Satellite ſe ſera conſolidé en 231 ans $\frac{43}{125}$, refroidi au point d'en pouvoir toucher la ſurface en 2690 ans $\frac{2}{5}$, & qu'enfin il auroit perdu aſſez de ſa chaleur propre pour être refroidi à la température actuelle de la Terre en 5897 ans, ſi rien n'eût compenſé cette perte de ſa chaleur propre. Il eſt vrai qu'à cauſe du grand éloignement du Soleil, la chaleur envoyée par cet aſtre ſur les Satellites, ne pourroit faire qu'une très-légère compenſation, telle que nous l'avons vu ſur Jupiter même. Mais la chaleur que Jupiter envoyoit à ſes Satellites étoit prodigieuſement grande, ſur-tout dans les premiers temps, & il eſt très-néceſſaire d'en faire ici l'évaluation.

Commençant par celle du Soleil, nous verrons que cette chaleur envoyée du Soleil, étant en raiſon inverſe du quarré des diſtances, la compenſation qu'elle a faite dans le temps de l'incandeſcence n'étoit que $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, & qu'à la fin de la première période de 5897 ans, cette compenſation n'étoit que $\frac{\frac{25}{676}}{50}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$ & $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ du premier & du dernier temps de cette première période de 5897 ans, on aura $\frac{\frac{650}{676}}{1250}$, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$ moitié de la ſomme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{8125}{676}}{1250}$ ou $\frac{12\frac{11}{676}}{1250}$ pour la compenſation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette première période. Et comme la perte totale de la chaleur propre eſt à la

compenſation totale en même raiſon que le temps de la période eſt à celui du prolongement du refroidiſſement, on aura $25 : \frac{12\frac{13}{676}}{1250} :: 5897 : 2$ ans $\frac{4}{15}$. Ainſi le prolongement du refroidiſſement de ce Satellite, par la chaleur du Soleil, pendant cette première période de 5897 ans, n'a été que de deux ans quatre-vingt-dix-ſept jours.

Mais la chaleur de Jupiter qui étoit 25 dans le temps de l'incandeſcence, n'avoit diminué au bout de la période de 5897 ans, que de $\frac{14}{23}$ environ, & elle étoit encore alors $24\frac{9}{23}$; & comme ce Satellite n'eſt éloigné de ſa planète principale que de $5\frac{2}{3}$ demi-diamètres de Jupiter, ou de $62\frac{1}{2}$ demi-diamètres terreſtres, c'eſt-à-dire, de 89292 lieues, tandis que ſa diſtance au Soleil eſt de 171 millions 600 mille lieues; la chaleur envoyée par Jupiter à ſon premier Satellite, auroit été à la chaleur envoyée par le Soleil à ce même Satellite, comme le quarré de 171600000 eſt au quarré de 89292, ſi la ſurface que Jupiter préſente à ce Satellite étoit égale à la ſurface que lui préſente le Soleil; mais la ſurface de Jupiter qui n'eſt dans le réel que $\frac{121}{11449}$ de celle du Soleil, paroît néanmoins à ce Satellite plus grande que ne lui paroît celle de cet aſtre dans le rapport inverſe du quarré des diſtances; on aura donc $(89292)^2 : (171600000)^2 :: \frac{121}{11449} : 39032\frac{1}{2}$ environ. Donc la ſurface que préſente Jupiter à ce Satellite étant 39032 fois $\frac{1}{2}$ plus grande que celle que lui préſente le Soleil: cette groſſe planète dans le temps de l'incandeſcence, étoit pour ſon premier Satellite un aſtre de feu 39032 fois $\frac{1}{2}$ plus grand que

le

le Soleil. Mais nous avons vu que la compenſation faite par la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre de ce Satellite n'étoit que $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, lorſqu'au bout de 5897 ans il ſe ſeroit refroidi à la température actuelle de la Terre par la déperdition de ſa chaleur propre ; & que dans le temps de l'incandeſcence, cette compenſation, par la chaleur du Soleil, n'a été que de $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$; il faut donc multiplier ces deux termes de compenſation par $39032\frac{1}{2}$, & l'on aura $\frac{1443\frac{1}{2}}{1250}$ pour la compenſation qu'a faite la chaleur de Jupiter dès le commencement de cette période dans le temps de l'incandeſcence, & $\frac{1443\frac{1}{2}}{50}$ pour la compenſation que Jupiter auroit faite à la fin de cette même période de 5897 ans, s'il eût conſervé ſon état d'incandeſcence. Mais comme ſa chaleur propre a diminué de 25 à $24\frac{9}{23}$ pendant cette même période, la compenſation à la fin de la période, au lieu d'être $\frac{1443\frac{1}{2}}{50}$, n'a été que $\frac{1408\frac{203}{578}}{50}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{1408\frac{203}{565}}{50}$ & $\frac{1443\frac{1}{2}}{1256}$ de la compenſation dans le premier & le dernier temps de la période, on a $\frac{36652\frac{3}{19}}{1250}$, leſquels multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la ſomme de tous les termes, donnent $\frac{458153\frac{3}{4}}{1250}$ ou $366\frac{1}{2}$ environ, pour la compenſation totale qu'a faite la chaleur de Jupiter à la perte de la chaleur propre de ſon premier Satellite, pendant cette première période de 5897 ans. Et comme la perte totale de la chaleur propre eſt à la compenſation totale en même raiſon que le temps de la

période eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura 25 : 366 ½ : : 5897 : 86450 ans $\frac{1}{50}$. Ainſi le temps dont la chaleur envoyée par Jupiter à ſon premier Satellite, a prolongé ſon refroidiſſement pendant cette première période eſt de 86450 ans $\frac{1}{50}$; & le temps dont la chaleur du Soleil a auſſi prolongé le refroidiſſement de ce Satellite pendant cette même période de 5897 ans, n'ayant été que de deux ans quatre-vingt-dix-ſept jours; il ſe trouve que le temps du refroidiſſement de ce Satellite a été prolongé d'environ 86452 ans ½ au-delà des 5897 ans de la période; d'où l'on voit que ce ne ſera que dans l'année 92350 de la formation des planètes, c'eſt-à-dire, dans 17518 ans que le premier Satellite de Jupiter pourra être refroidi au point de la température actuelle de la Terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Jupiter à ce Satellite étoit égale à ſa chaleur propre, s'eſt trouvé dans le temps de l'incandeſcence, & même auparavant ſi la choſe eût été poſſible; car cette maſſe énorme de feu qui étoit 39032 fois ½ plus grande que le Soleil pour ce Satellite, lui envoyoit dès le temps de l'incandeſcence de tous deux, une chaleur plus forte que la ſienne propre, puiſqu'elle étoit 1443 ½, tandis que celle du Satellite n'étoit que 1250, ainſi c'a été de tout temps que la chaleur de Jupiter, ſur ſon premier Satellite, a ſurpaſſé la perte de ſa chaleur propre.

Dès-lors on voit que la chaleur propre de ce Satellite ayant toujours été fort au-deſſous de la chaleur envoyée

par Jupiter, on doit évaluer autrement la température du Satellite, en sorte que l'estimation que nous venons de faire du prolongement du refroidissement, & que nous avons trouvé être de 86452 ans $\frac{1}{2}$, doit être encore augmentée de beaucoup, car dès le temps de l'incandescence, la chaleur extérieure envoyée par Jupiter étoit plus grande que la chaleur propre du Satellite dans la raison de 1443 $\frac{1}{2}$ à 1250; & à la fin de la première période de 5897 ans, cette chaleur envoyée par Jupiter étoit plus grande que la chaleur propre du Satellite, dans la raison de 1408 à 50, ou de 140 à 5 à peu-près. Et de même à la fin de la seconde période, la chaleur envoyée par Jupiter étoit à la chaleur propre du Satellite : : 3433 : 5; ainsi la chaleur propre du Satellite dès la fin de la première période, peut être regardée comme si petite, en comparaison de la chaleur envoyée par Jupiter, qu'on doit tirer le temps du refroidissement de ce Satellite, presque uniquement de celui du refroidissement de Jupiter.

Or, Jupiter ayant envoyé à ce Satellite, dans le temps de l'incandescence, 39032 fois $\frac{1}{2}$ plus de chaleur que le Soleil, lui envoyoit encore au bout de la première période de 5897 ans, une chaleur 38082 fois $\frac{3}{25}$ plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'avoit diminué que de 25 à 24 $\frac{9}{25}$; & au bout d'une seconde période de 5897 ans, c'est-à-dire, après la déperdition de la chaleur propre du Satellite, au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la

Terre; Jupiter envoyoit encore à ce Satellite une chaleur 37131 fois $\frac{3}{4}$ plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'avoit encore diminué que de 24 $\frac{9}{23}$ à 23 $\frac{18}{23}$, ensuite après une troisième période de 5897 ans où la chaleur propre du Satellite doit être regardée comme absolument nulle, Jupiter lui envoyoit encore une chaleur 36182 fois plus grande que celle du Soleil.

En suivant la même marche, on trouvera que la chaleur de Jupiter, qui d'abord étoit 25, & qui décroît constamment de $\frac{14}{23}$ par chaque période de 5897 ans, diminue par conséquent sur ce Satellite de 950 pendant chacune de ces périodes; de sorte qu'après 37 $\frac{2}{3}$ périodes, cette chaleur envoyée par Jupiter au Satellite, sera à très-peu près encore 1350 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du Soleil.

Mais comme la chaleur du Soleil sur Jupiter & sur ses Satellites est à peu-près à celle du Soleil sur la Terre : : 1 : 27, & que la chaleur du globe terrestre est 50 fois plus grande que celle qu'il reçoit actuellement du Soleil; il s'ensuit qu'il faut diviser par 27 cette quantité 1350 de chaleur ci-dessus pour avoir une chaleur égale à celle que le Soleil envoie sur la Terre; & cette dernière chaleur étant $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre, il en résulte qu'au bout de 37 $\frac{2}{3}$ périodes de 5897 ans chacune, c'est-à-dire, au bout de 222120 ans $\frac{1}{3}$, la chaleur que Jupiter enverra à ce Satellite, sera égale à la chaleur actuelle de la Terre, & que quoiqu'il

ne lui reſtera rien alors de ſa chaleur propre, il jouira néanmoins d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la Terre, dans cette année 222120$\frac{1}{3}$ de la formation des planètes.

Et de la même manière que cette chaleur envoyée par Jupiter prolongera prodigieuſement le refroidiſſement de ce Satellite à la température actuelle de la Terre, elle le prolongera de même pendant trente-ſept autres périodes $\frac{2}{3}$, pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe de la Terre; en ſorte que ce ne ſera que dans l'année 444240 de la formation des planètes que ce Satellite ſera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Il en eſt de même de l'eſtimation de la chaleur du Soleil, relativement à la compenſation qu'elle a faite à la diminution de la température du Satellite dans les différens temps. Il eſt certain, qu'à ne conſidérer que la déperdition de la chaleur propre du Satellite, cette chaleur du Soleil n'auroit fait compenſation dans le temps de l'incandeſcence que de $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$; & qu'à la fin de la première période, qui eſt de 5897 ans, cette même chaleur du Soleil auroit fait une compenſation de $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, & que dès-lors le prolongement du refroidiſſement par l'acceſſion de cette chaleur du Soleil, auroit en effet été de 2 ans $\frac{4}{15}$; mais la chaleur envoyée par Jupiter dès le temps de l'incandeſcence étant à la chaleur propre du Satellite : : 1443 $\frac{1}{2}$: 1250, il s'enſuit que la

compenſation faite par la chaleur du Soleil doit être diminuée dans la même raiſon ; en ſorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{2793\frac{1}{2}}$ au commencement de cette période, & que cette compenſation qui auroit été $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ à la fin de cette première période, ſi l'on ne conſidéroit que la déperdition de la chaleur propre du Satellite, doit être diminuée dans la raiſon de 1408 à 50, parce que la chaleur envoyée par Jupiter étoit encore plus grande que la chaleur propre du Satellite dans cette même raiſon. Dès-lors la compenſation à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{1458}$. En ajoutant ces deux termes de compenſation $\frac{\frac{25}{676}}{2793\frac{1}{2}}$ & $\frac{\frac{25}{676}}{1458}$ du premier & du dernier temps de cette première période, on a $\frac{\frac{106085}{676}}{4038400}$ ou $\frac{156\frac{630}{676}}{4038400}$, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la ſomme de tous les termes, donnent $\frac{1960\frac{432}{676}}{4038400}$ pour la compenſation totale qu'a pu faire la chaleur du Soleil pendant cette première période. Et comme la diminution totale de la chaleur eſt à la compenſation totale en même raiſon que le temps de la période eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura 25 : $\frac{1961\frac{2}{3}}{4038400}$: : 5897 : $\frac{1154794 8\frac{1}{2}}{100960000}$ ou : : 5897 ans : 41 jours $\frac{7}{10}$. Ainſi le prolongement du refroidiſſement, par la chaleur du Soleil, au lieu d'avoir été de 2 ans 97 jours, n'a réellement été que de 41 jours $\frac{7}{10}$.

On trouveroit de la même manière les temps du

prolongement du refroidiſſement, par la chaleur du Soleil, pendant la ſeconde période, & pendant les périodes ſuivantes; mais il eſt plus facile & plus court de l'évaluer en totalité de la manière ſuivante.

La compenſation par la chaleur du Soleil dans le temps de l'incandeſcence, ayant été, comme nous venons de le dire, $\frac{\frac{25}{676}}{2793\frac{1}{2}}$, ſera à la fin de $37\frac{2}{3}$ périodes $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, puiſque ce n'eſt qu'après ces $37\frac{2}{3}$ périodes, que la température du Satellite ſera égale à la température actuelle de la Terre. Ajoutant donc ces deux termes de compenſation $\frac{\frac{25}{676}}{2793\frac{1}{2}}$ & $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ du premier & du dernier temps de ces $37\frac{2}{3}$ périodes, on a $\frac{\frac{71027}{676}}{139675}$ ou $\frac{105\frac{47}{676}}{139675}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la ſomme de tous les termes de la diminution de la chaleur, donnent $\frac{1313\frac{245}{676}}{139675}$ ou $\frac{13}{1396}$ environ pour la compenſation totale, par la chaleur du Soleil, pendant les $37\frac{2}{3}$ périodes de 5897 ans chacune. Et comme la diminution totale de la chaleur eſt à la compenſation totale en même raiſon que le temps total eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura $25 : \frac{13}{1396} :: 222120\frac{1}{3} : 82$ ans $\frac{37}{50}$ environ. Ainſi le prolongement total que fera la chaleur du Soleil, ne ſera que de 82 ans $\frac{37}{50}$ qu'il faut ajouter aux 222120 ans $\frac{1}{3}$. D'où l'on voit que ce ne ſera que dans l'année 222203 de la formation des planètes, que ce Satellite jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre, & qu'il faudra le double

du temps, c'est-à-dire, que ce ne sera que dans l'année 444406 de la formation des planètes qu'il pourra être refroidi à $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre.

Faisant le même calcul pour le second Satellite, que nous avons supposé grand comme Mercure, nous verrons qu'il auroit dû se consolider jusqu'au centre en 1342 ans, perdre de sa chaleur propre en 11303 ans $\frac{1}{3}$ au point de pouvoir le toucher, & se refroidir par la même déperdition de sa chaleur propre, au point de la température actuelle de la Terre en 24682 ans $\frac{1}{3}$, si sa densité étoit égale à celle de la Terre; mais comme la densité du globe terrestre est à celle de Jupiter ou de ses Satellites : : 1000 : 292, il s'ensuit que ce second Satellite dont le diamètre est $\frac{1}{3}$ de celui de la Terre, se seroit réellement consolidé jusqu'au centre en 282 ans environ, refroidi au point de pouvoir le toucher en 3300 ans $\frac{17}{25}$, & à la température actuelle de la Terre en 7283 ans $\frac{16}{25}$, si la perte de sa chaleur propre n'eût pas été compensée par la chaleur que le Soleil, & plus encore par celle que Jupiter ont envoyées à ce Satellite. Or, l'action de la chaleur du Soleil sur ce Satellite étant en raison inverse du quarré des distances, la compensation que cette chaleur du Soleil a faite à la perte de la chaleur propre du Satellite, étoit dans le temps de l'incandescence $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$ & $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ à la fin de cette première période de 7283 ans $\frac{16}{25}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$ & $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ de la compensation dans

dans le premier & le dernier temps de cette période, on a $\frac{\frac{650}{676}}{1250}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$ moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{8125}{676}}{1250}$ ou $\frac{12\frac{13}{676}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette première période de 7283 ans $\frac{16}{25}$. Et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{12\frac{13}{676}}{25} :: 7283$ ans $\frac{16}{25}$: 2 ans 252 jours. Ainsi le prolongement du refroidissement de ce Satellite, par la chaleur du Soleil, pendant cette première période, n'a été que de 2 ans 252 jours.

Mais la chaleur de Jupiter, qui dans le temps de l'incandescence étoit 25, avoit diminué au bout de 7283 ans $\frac{16}{25}$ de $\frac{19}{25}$ environ, & elle étoit encore alors $24\frac{4}{25}$. Et comme ce Satellite n'est éloigné de Jupiter que de 9 demi-diamètres de Jupiter, ou 99 demi-diametres terrestres, c'est-à-dire, de 141817 lieues $\frac{1}{2}$, & qu'il est éloigné du Soleil de 171 millions 600 mille lieues, il en résulte que la chaleur envoyée par Jupiter à ce Satellite, auroit été $:: (171600000)^2 : (141817\frac{1}{2})^2$ si la surface que présente Jupiter à ce Satellite, étoit égale à la surface que lui présente le Soleil; mais la surface de Jupiter, qui, dans le réel, n'est que $\frac{121}{11449}$ de celle du Soleil, paroît néanmoins plus grande à ce Satellite dans la raison inverse du quarré des distances; on aura donc $(141817\frac{1}{2})^2 : (171600000)^2 :: \frac{121}{11449} : 15473\frac{1}{3}$ environ. Donc

la furface que Jupiter préfente à ce Satellite eft 15473 fois $\frac{2}{3}$ plus grande que celle que lui préfente le Soleil. Ainfi Jupiter, dans le temps de l'incandefcence, étoit pour ce Satellite un aftre de feu 15473 fois $\frac{2}{3}$ plus étendu que le Soleil. Mais nous avons vu que la compenfation faite par la chaleur du Soleil, à la perte de la chaleur propre de ce Satellite, n'étoit que $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, lorfqu'au bout de 7283 ans $\frac{16}{25}$, il fe feroit refroidi à la température actuelle de la Terre, & que dans le temps de l'incandefcence cette compenfation, par la chaleur du Soleil, n'étoit que $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, on aura donc 15473 $\frac{2}{3}$, multipliés par $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$ ou $\frac{572\frac{170}{676}}{1250}$ pour la compenfation qu'a faite la chaleur de Jupiter fur ce Satellite dans le commencement de cette première période, & $\frac{572\frac{170}{676}}{50}$ pour la compenfation qu'elle auroit faite à la fin de cette même période de 7283 ans $\frac{16}{25}$, fi Jupiter eût confervé fon état d'incandefcence. Mais comme fa chaleur propre a diminué pendant cette période de 25 à 24 $\frac{4}{23}$, la compenfation à la fin de la période au lieu d'être $\frac{572\frac{170}{676}}{50}$, n'a été que de $\frac{553\frac{1}{3}}{50}$ environ. Ajoutant ces deux termes $\frac{553\frac{1}{3}}{50}$ & $\frac{572\frac{170}{676}}{1250}$ de la compenfation dans le premier & dans le dernier temps de cette première période, on a $\frac{14405\frac{1}{2}}{1250}$ environ, lefquels multipliés par 12 $\frac{1}{2}$ moitié de la fomme de tous les termes, donnent $\frac{180068\frac{3}{4}}{1250}$ ou 144 $\frac{7}{25}$ environ, pour la compenfation totale qu'a faite la chaleur de Jupiter pendant cette

première période de 7283 ans $\frac{16}{25}$. Et comme la perte totale de la chaleur propre eſt à la compenſation totale en même raiſon que le temps de la période eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura 25 : 144 $\frac{7}{25}$: : 7283 $\frac{16}{25}$: 42044 $\frac{18}{125}$. Ainſi le temps dont la chaleur de Jupiter a prolongé le refroidiſſement de ce Satellite, a été de 42044 ans 52 jours, tandis que la chaleur du Soleil ne l'a prolongé que de 2 ans 252 jours; d'où l'on voit, en ajoutant ces deux temps à celui de la période de 7283 ans 233 jours, que c'a été dans l'année 49331 de la formation des planètes, c'eſt-à-dire, il y a 25501 ans que ce ſecond Satellite de Jupiter a pu être refroidi au point de la température actuelle de la Terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Jupiter a été égale à la chaleur propre de ce Satellite, s'eſt trouvé au 2 $\frac{4}{21}$ terme environ de l'écoulement du temps de cette première période de 7283 ans 233 jours, qui multipliés par 291 ans 126 jours, nombre des années de chaque terme de cette période, donnent 638 ans 67 jours. Ainſi c'a été dès l'année 639 de la formation des planètes, que la chaleur envoyée par Jupiter à ſon ſecond Satellite, s'eſt trouvée égale à ſa chaleur propre.

Dès-lors on voit que la chaleur propre de ce Satellite a toujours été au-deſſous de celle que lui envoyoit Jupiter dès l'année 639 de la formation des planètes; on doit donc évaluer, comme nous l'avons fait pour le premier Satellite, la température dont il a joui, & dont il jouira pour la ſuite.

Or, Jupiter ayant d'abord envoyé à ce Satellite, dans le temps de l'incandescence, une chaleur 15473 fois $\frac{2}{3}$ plus grande que celle du Soleil, lui envoyoit encore à la fin de la première période de 7283 ans $\frac{16}{23}$, une chaleur 14960 fois $\frac{31}{32}$ plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'avoit encore diminué que de 25 à 24 $\frac{4}{23}$. Et au bout d'une seconde période de 7283 ans $\frac{16}{23}$, c'est-à-dire après la déperdition de la chaleur propre du Satellite, jusqu'au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre; Jupiter envoyoit encore à ce Satellite une chaleur 14447 fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'avoit encore diminué que de 24 $\frac{4}{23}$ à 23 $\frac{8}{23}$.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Jupiter qui d'abord étoit 25, & qui décroit constamment de $\frac{19}{23}$ par chaque période de 7283 ans $\frac{16}{23}$, diminue par conséquent sur ce Satellite de 513 à peu-près pendant chacune de ces périodes, en sorte qu'après 26 $\frac{1}{2}$ périodes environ, cette chaleur envoyée par Jupiter au Satellite, sera à très-peu près encore 1350 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du Soleil.

Mais comme la chaleur du Soleil sur Jupiter & sur ses Satellites est à celle du Soleil sur la Terre, à peu-près : : 1 : 27, & que la chaleur de la Terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit actuellement du Soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 27 cette quantité 1350 pour avoir une chaleur égale à celle que le Soleil envoie sur la Terre; & cette dernière chaleur étant $\frac{1}{50}$ de la

chaleur actuelle du globe terrestre, il en résulte qu'au bout de 26 $\frac{1}{2}$ périodes de 7283 ans $\frac{16}{25}$ chacune, c'est-à-dire, au bout de 193016 ans $\frac{11}{25}$, la chaleur que Jupiter enverra à ce Satellite, sera égale à la chaleur actuelle de la Terre, & que n'ayant plus de chaleur propre, il jouira néanmoins d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la Terre dans l'année 193017 de la formation des planètes.

Et de même que cette chaleur envoyée par Jupiter, prolongera de beaucoup le refroidissement de ce Satellite au point de la température actuelle de la Terre, elle le prolongera de même pendant 26 autres périodes $\frac{1}{2}$ pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe de la Terre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 386034 de la formation des planètes que ce Satellite sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du Soleil, relativement à la compensation qu'elle a faite & fera à la diminution de la température du Satellite. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du Satellite, cette chaleur du Soleil n'auroit fait compensation dans le temps de l'incandescence que de $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, & qu'à la fin de la première période de 7283 ans $\frac{16}{25}$, cette même chaleur du Soleil auroit fait une compensation de $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, & que dès-lors le prolongement du refroidissement, par l'accession de cette chaleur du Soleil, auroit été de 2 ans $\frac{2}{3}$. Mais la chaleur envoyée

par Jupiter dès le temps de l'incandefcence, étant à la chaleur propre du Satellite : : $572\frac{170}{676}$: 1250, il s'enfuit que la compenfation faite par la chaleur du Soleil doit être diminuée dans la même raifon; en forte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{1822\frac{170}{676}}$ au commencement de cette période. Et de même que cette compenfation qui auroit été $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ à la fin de cette première période en ne confidérant que la déperdition de la chaleur propre du Satellite, doit être diminuée dans la même raifon de $553\frac{1}{3}$ à 50, parce que la chaleur envoyée par Jupiter étoit encore plus grande que la chaleur propre du Satellite dans cette même raifon. Dès-lors la compenfation à la fin de cette première période au lieu d'être $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{603\frac{1}{3}}$. En ajoutant ces deux termes de compenfation $\frac{\frac{25}{676}}{1822\frac{170}{676}}$ & $\frac{\frac{25}{676}}{603\frac{1}{3}}$ du premier & du dernier temps de cette première période, on a $\frac{\frac{60639\frac{1}{2}}{676}}{1098625}$ ou $\frac{89\frac{2}{3}}{1098625}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$ moitié de la fomme de tous les termes, donnent $\frac{1120\frac{5}{6}}{1098625}$ pour la compenfation totale qu'a pu faire la chaleur du Soleil pendant cette première période. Et comme la perte de la chaleur eft à la compenfation en même raifon que le temps de la période eft au prolongement du refroidiffement, on aura $25 : \frac{1120\frac{5}{6}}{1098625} : : 7283\frac{16}{25} : \frac{8163745\frac{20}{30}}{27465625}$ ou : : 7283 ans $\frac{16}{25}$: 108 jours $\frac{1}{2}$, au lieu de 2

ans $\frac{2}{3}$ que nous avions trouvés par la première évaluation.

Et pour évaluer en totalité la compenſation qu'a faite cette chaleur du Soleil pendant toutes les périodes, on trouvera que la compenſation dans le temps de l'incandeſcence ayant été $\frac{\frac{25}{676}}{1822\frac{170}{676}}$, ſera à la fin de 26 $\frac{1}{2}$ périodes de $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, puiſque ce n'eſt qu'après ces 26 $\frac{1}{2}$ périodes que la température du Satellite ſera égale à la température actuelle de la Terre. Ajoutant donc ces deux termes de compenſation $\frac{\frac{25}{676}}{1822\frac{170}{676}}$ & $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ du premier & du dernier temps de ces 26 $\frac{1}{2}$ périodes, on a $\frac{\frac{46806\frac{1}{4}}{676}}{91112\frac{1}{2}}$ ou $\frac{69\frac{41}{169}}{91112\frac{1}{2}}$, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$ moitié de la ſomme de tous les termes de la diminution de la chaleur, donnent $\frac{865\frac{1}{2}}{91112\frac{1}{2}}$ ou $\frac{43}{4555}$ environ, pour la compenſation totale par la chaleur du Soleil, pendant les 26 périodes $\frac{1}{2}$ de 7283 ans $\frac{16}{25}$. Et comme la diminution totale de la chaleur eſt à la compenſation totale en même raiſon que le temps total de ſa période eſt au prolongement du temps du refroidiſſement, on aura 25 : $\frac{43}{4555}$: : 193016 $\frac{11}{25}$: 72 $\frac{22}{25}$. Ainſi le prolongement total que fera la chaleur du Soleil ne ſera que de 72 ans $\frac{22}{25}$, qu'il faut ajouter aux 193016 ans $\frac{11}{25}$; d'où l'on voit que ce ne ſera que dans l'année 193090 de la formation des planetes que ce Satellite jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre, & qu'il faudra le double de ce

temps, c'eſt-à-dire, que ce ne ſera que dans l'année 386180 de la formation des planètes qu'il pourra être refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Faiſant les mêmes raiſonnemens pour le troiſième Satellite de Jupiter, que nous avons ſuppoſé grand comme Mars, c'eſt-à-dire, de $\frac{13}{25}$ du diamètre de la Terre, & qui eſt à $14\frac{1}{3}$ demi-diamètres de Jupiter, ou $157\frac{2}{3}$ demi-diamètres terreſtres, c'eſt-à-dire à 225857 lieues de diſtance de ſa planète principale; nous verrons que ce Satellite ſe feroit conſolidé juſqu'au centre en 1490 ans $\frac{2}{3}$, refroidi au point de pouvoir le toucher en 17633 ans $\frac{18}{25}$, & au point de la température actuelle de la Terre en 38504 ans $\frac{11}{25}$, ſi la denſité de ce Satellite étoit égale à celle de la Terre, mais comme la denſité du globe terreſtre eſt à celle de Jupiter & de ſes Satellites :: 1000 : 292, il faut diminuer en même raiſon les temps de la conſolidation & du refroidiſſement. Ainſi ce troiſième Satellite ſe ſera conſolidé juſqu'au centre en 435 ans $\frac{51}{200}$, refroidi au point de pouvoir le toucher en 5149 ans $\frac{11}{200}$, & il auroit perdu aſſez de ſa chaleur propre pour arriver au point de la température actuelle de la Terre en 11243 ans $\frac{7}{25}$ environ, ſi la perte de ſa chaleur propre n'eût pas été compenſée par l'acceſſion de la chaleur du Soleil, & ſur-tout par celle de la chaleur envoyée par Jupiter à ce Satellite. Or la chaleur envoyée par le Soleil étant en raiſon inverſe du quarré des diſtances, la compenſation qu'elle faiſoit à la perte de la chaleur propre du Satellite, étoit dans le temps de l'incandeſcence

l'incandeſcence $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$ & $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ à la fin de cette première période de 11243 ans $\frac{7}{25}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$ & $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ de la compenſation dans le premier & dans le dernier temps de cette première période de 11243 ans $\frac{7}{25}$, on a $\frac{\frac{650}{676}}{1250}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$ moitié de la ſomme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{85}{676}}{1250}$ ou $\frac{12\frac{13}{676}}{1250}$ pour la compenſation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant le temps de cette première période. Et comme la perte totale de la chaleur propre eſt à la compenſation totale en même raiſon que le temps de la période eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura $25 : \frac{12\frac{13}{676}}{1250} :: 11243\frac{7}{25} : 4\frac{1}{3}$ environ. Ainſi le prolongement du refroidiſſement de ce Satellite, par la chaleur du Soleil, pendant cette première période de 11243 ans $\frac{7}{25}$, auroit été de 4 ans 116 jours.

Mais la chaleur de Jupiter qui, dans le temps de l'incandeſcence, étoit 25, avoit diminué pendant cette première période de 25 à $23\frac{5}{6}$ environ ; & comme ce Satellite eſt éloigné de Jupiter de 225857 lieues, & qu'il eſt éloigné du Soleil de 171 millions 600 mille lieues, il en réſulte que la chaleur envoyée par Jupiter à ce Satellite, auroit été à la chaleur envoyée par le Soleil, comme le quarré de 171600000 eſt au quarré de 225857, ſi la ſurface que préſente Jupiter à ce Satellite étoit égale à la ſurface que lui préſente le Soleil ; mais la ſurface de

Jupiter qui dans le réel n'eſt que $\frac{121}{11449}$ de celle du Soleil, paroît néanmoins plus grande à ce Satellite dans le rapport inverſe du quarré des diſtances, on aura donc $(225857)^2 : (171600000)^2 :: \frac{121}{11449} : 6101$ environ. Donc la ſurface que préſente Jupiter à ſon troiſième Satellite étant 6101 fois plus grande que la ſurface que lui préſente le Soleil, Jupiter dans le temps de l'incandeſcence étoit pour ce Satellite un aſtre de feu 6101 fois plus grand que le Soleil. Mais nous avons vu que la compenſation faite par la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre de ce Satellite n'étoit que $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, lorſqu'au bout de 11243 ans $\frac{7}{25}$, il ſe ſeroit refroidi à la température actuelle de la Terre, & que dans le temps de l'incandeſcence cette compenſation, par la chaleur du Soleil, n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$. Il faut donc multiplier par 6101 chacun de ces deux termes de compenſation, & l'on aura pour le premier $\frac{225\frac{425}{676}}{1250}$ & pour le ſecond $\frac{225\frac{425}{676}}{50}$, & cette dernière compenſation de la fin de la période ſeroit exacte ſi Jupiter eût conſervé ſon état d'incandeſcence pendant tout le temps de cette même période de 11243 ans $\frac{7}{25}$. Mais comme ſa chaleur propre a diminué de 25 à $23\frac{5}{6}$ pendant cette période, la compenſation à la fin de la période, au lieu d'être $\frac{225\frac{425}{676}}{50}$ n'a été que de $\frac{218\frac{13}{75}}{50}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{218\frac{13}{75}}{50}$ & $\frac{225\frac{425}{676}}{1250}$ de la compenſation du premier & du

dernier temps dans cette première période, on a $\frac{5679 \frac{21}{25}}{1250}$ environ, lesquels étant multipliés par $12\frac{1}{2}$ moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{70998}{1250}$ ou $56\frac{15}{19}$ environ, pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de Jupiter sur son troisième Satellite pendant cette première période de 11243 ans $\frac{7}{25}$. Et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura $25 : 56\frac{15}{19} :: 11243\frac{7}{25} : 25340$. Ainsi le temps dont la chaleur de Jupiter a prolongé le refroidissement de ce Satellite pendant cette première période de 11243 ans $\frac{7}{25}$, a été de 25340 ans, & par conséquent en y ajoutant le prolongement, par la chaleur du Soleil, qui est de 4 ans 116 jours, on a 25344 ans 116 jours pour le prolongement total du refroidissement, ce qui étant ajouté au temps de la période, donne 36787 ans 218 jours; d'où l'on voit que c'a été dans l'année 36588 de la formation des planètes, c'est-à-dire, il y a 38244 ans que ce Satellite jouissoit de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Jupiter à ce Satellite étoit égale à sa chaleur propre, s'est trouvé au $5\frac{365}{677}$ terme de l'écoulement du temps de cette première période de 11243 ans $\frac{7}{25}$, qui étant multiplié par $449\frac{3}{4}$, nombre des années de chaque terme de cette période, donne 2490 ans environ. Ainsi c'a été dès l'année 2490 de la formation des planètes, que la chaleur

envoyée par Jupiter à son troisième Satellite s'est trouvée égale à la chaleur propre de ce Satellite.

Dès-lors on voit que cette chaleur propre du Satellite a été au-dessous de celle que lui envoyoit Jupiter, dès l'année 2490 de la formation des planètes; & en évaluant comme nous avons fait pour les deux premiers Satellites, la température dont celui-ci doit jouir, on trouve que Jupiter ayant envoyé à ce Satellite, dans le temps de l'incandescence, une chaleur 6101 fois plus grande que celle du Soleil, il lui envoyoit encore à la fin de la première période de 11243 ans $\frac{7}{25}$ une chaleur 5816 $\frac{43}{150}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'avoit diminué que de 25 à 23 $\frac{5}{6}$; & au bout d'une seconde période de 11243 ans $\frac{7}{25}$, c'est-à-dire, après la déperdition de la chaleur propre du Satellite, jusqu'au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre, Jupiter envoyoit encore à ce Satellite une chaleur 5531 $\frac{86}{150}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'avoit encore diminué que de 23 $\frac{5}{6}$ à 22 $\frac{4}{6}$.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Jupiter qui d'abord étoit 25, & qui décroît constamment de $\frac{7}{6}$ par chaque période de 11243 ans $\frac{7}{25}$, diminue par conséquent sur ce Satellite de 284 $\frac{107}{150}$ pendant chacune de ces périodes; en sorte qu'après 15 $\frac{2}{3}$ périodes environ, cette chaleur envoyée par Jupiter au Satellite, sera à très-peu près encore 1350 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du Soleil.

Mais comme la chaleur du Soleil ſur Jupiter & ſur ſes Satellites eſt à celle du Soleil ſur la Terre, à peu-près : : 1 : 27, & que la chaleur de la Terre eſt 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit actuellement du Soleil; il s'enſuit qu'il faut diviſer par 27 cette quantité 1350 pour avoir une chaleur égale à celle que le Soleil envoie ſur la Terre; & cette dernière chaleur étant $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe terreſtre, il en réſulte qu'au bout de 15 $\frac{2}{3}$ périodes, chacune de 11243 ans $\frac{7}{25}$, c'eſt-à-dire, au bout de 176144 $\frac{11}{15}$, la chaleur que Jupiter enverra à ce Satellite, ſera égale à la chaleur actuelle de la Terre, & que n'ayant plus de chaleur propre, il jouira néanmoins d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la Terre dans l'année 176145 de la formation des planètes.

Et comme cette chaleur envoyée par Jupiter, prolongera de beaucoup le refroidiſſement de ce Satellite, au point de la température actuelle de la Terre, elle le prolongera de même pendant 15 $\frac{2}{3}$ autres périodes, pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe terreſtre; en ſorte que ce ne ſera que dans l'année 352290 de la formation des planètes, que ce Satellite ſera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Il en eſt de même de l'eſtimation de la chaleur du Soleil, relativement à la compenſation qu'elle a faite à la diminution de la température du Satellite dans les différens temps; il eſt certain qu'à ne conſidérer que la déperdition de la chaleur propre du Satellite, cette

chaleur du Soleil n'auroit fait compenſation, dans le temps de l'incandeſcence, que $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$; & qu'à la fin de la première période qui eſt de 11243 ans $\frac{7}{25}$, cette même chaleur du Soleil auroit fait une compenſation de $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, & que dès-lors le prolongement du refroidiſſement, par l'acceſſion de cette chaleur du Soleil, auroit en effet été de 4 ans $\frac{1}{3}$. Mais la chaleur envoyée par Jupiter, dès le temps de l'incandeſcence, étant à la chaleur propre du Satellite : : $225\frac{425}{676}$: 1250, il s'enſuit que la compenſation faite par la chaleur du Soleil, doit être diminuée dans la même raiſon, en ſorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{1475\frac{2}{3}}$ au commencement de cette période, & que cette compenſation qui auroit été $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ à la fin de cette première période, ſi l'on ne conſidéroit que la déperdition de la chaleur propre du Satellite, doit être diminuée dans la raiſon de $218\frac{13}{75}$ à 50, parce que la chaleur envoyée par Jupiter étoit encore plus grande que la chaleur propre du Satellite dans cette même raiſon. Dès-lors la compenſation à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{268\frac{13}{75}}$. En ajoutant ces deux termes de compenſation $\frac{\frac{25}{676}}{1475\frac{2}{3}}$ & $\frac{\frac{25}{676}}{268\frac{13}{75}}$ du premier & du

dernier temps de cette première période, on a $\frac{\frac{43596}{676}}{39573\frac{4}{9}}$ ou $\frac{64\frac{1}{2}}{39573\frac{4}{9}}$, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$ moitié de la ſomme de tous les termes, donnent $\frac{806\frac{1}{4}}{39573\frac{4}{9}}$ pour la compenſation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette première période. Et comme la diminution totale de la chaleur eſt à la compenſation totale en même raiſon que le temps de la période eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura 25 : $\frac{806\frac{1}{4}}{39573\frac{4}{9}}$: : 11243 $\frac{7}{25}$: $\frac{9064669\frac{1}{3}}{9893361}$ ou : : 11243 ans $\frac{7}{25}$: 334 jours environ, au lieu de 4 ans $\frac{1}{3}$ que nous avions trouvés par la première évaluation.

Et pour évaluer en totalité la compenſation qu'a faite cette chaleur du Soleil pendant toutes les périodes, on trouvera que la compenſation qu'a faite cette chaleur du Soleil dans le temps de l'incandeſcence, ayant été $\frac{\frac{25}{676}}{1475\frac{2}{3}}$, ſera à la fin de 15 $\frac{2}{3}$ périodes de $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, puiſque ce n'eſt qu'après ces 15 $\frac{2}{3}$ périodes, que la température du Satellite ſera égale à la température actuelle de la Terre. Ajoutant donc ces deux termes de compenſation $\frac{\frac{25}{676}}{1475\frac{2}{3}}$ & $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ du premier & du dernier temps de ces 15 $\frac{2}{3}$ périodes, on a $\frac{\frac{38141\frac{1}{3}}{676}}{73782\frac{2}{3}}$ ou

$\frac{56\frac{3}{7}}{73782\frac{2}{3}}$, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$ moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur, donnent $\frac{705\frac{17}{58}}{73782\frac{2}{3}}$ ou $\frac{35}{3689}$ environ pour la compensation totale, par la chaleur du Soleil, pendant les 15 $\frac{2}{3}$ périodes de 11243 ans $\frac{7}{25}$ chacune. Et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps total de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{35}{3689}$: : 176144 $\frac{11}{15}$: 66 $\frac{21}{25}$. Ainsi le prolongement total que fera la chaleur du Soleil, ne sera que de 66 ans $\frac{21}{25}$, qu'il faut ajouter aux 176144 ans $\frac{11}{15}$; d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 176212 de la formation des planètes, que ce Satellite jouira en effet de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre, & qu'il faudra le double de ce temps, c'est-à-dire, que ce ne sera que dans l'année 352424 de la formation des planètes, que sa température sera 25 fois plus froide que la température actuelle de la Terre.

Faisant le même calcul sur le quatrième Satellite de Jupiter, que nous avons supposé grand comme la Terre, nous verrons qu'il auroit dû se consolider jusqu'au centre en 2905 ans, se refroidir au point de pouvoir le toucher en 33911 ans, & perdre assez de sa chaleur propre pour arriver au point de la température actuelle de la Terre en 74047 ans, si sa densité étoit la même que celle du globe terrestre; mais comme la densité de Jupiter & de ses Satellites est à celle de la Terre : : 292 : 1000, les

les temps de la conſolidation & du refroidiſſement par la déperdition de la chaleur propre, doivent être diminués dans la même raiſon. Ainſi ce Satellite ne s'eſt conſolidé juſqu'au centre qu'en 848 ans $\frac{1}{4}$, refroidi au point de pouvoir le toucher en 9902 ans, & enfin il auroit perdu aſſez de ſa chaleur propre pour arriver au point de la température actuelle de la Terre en 21621 ans, ſi la perte de ſa chaleur propre n'eût pas été compenſée par la chaleur envoyée par le Soleil & par Jupiter. Or la chaleur envoyée par le Soleil à ce Satellite étant en raiſon inverſe du quarré des diſtances, la compenſation produite par cette chaleur, étoit dans le temps de l'incandeſcence $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$ & $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ à la fin de cette première période de 21621 ans. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$ & $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ de la compenſation du premier & du dernier temps de cette période, on a $\frac{\frac{650}{676}}{1250}$, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$ moitié de la ſomme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{8125}{676}}{1250}$ ou $\frac{12\frac{13}{676}}{1250}$ pour la compenſation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette première période de 21621 ans. Et comme la perte totale de la chaleur propre eſt à la compenſation totale en même raiſon que le temps de la période eſt à celui du prolongement du refroidiſſement, on aura $25 : \frac{12\frac{13}{676}}{1250} :: 21621 : 8\frac{3}{10}$. Ainſi le prolongement du refroidiſſement de ce Satellite, par la chaleur du Soleil, a été de 8 ans $\frac{3}{10}$ pour cette première période.

Mais la chaleur de Jupiter, qui dans le temps de l'incandeſcence, étoit 25 fois plus grande que la chaleur actuelle de la Terre, avoit diminué au bout des 21621 ans de 25 à $22\frac{3}{4}$; & comme ce Satellite eſt éloigné de Jupiter de $277\frac{3}{4}$ demi-diamètres terreſtres, ou de 397877 lieues, tandis qu'il eſt éloigné du Soleil de 171 millions 600 mille lieues, il en réſulte que la chaleur envoyée par Jupiter à ce Satellite, auroit été à la chaleur envoyée par le Soleil, comme le quarré de 171600000 eſt au quarré de 397877, ſi la ſurface que Jupiter préſente à ſon quatrième Satellite étoit égale à la ſurface que lui préſente le Soleil; mais la ſurface de Jupiter, qui dans le réel n'eſt que $\frac{121}{11449}$ de celle du Soleil, paroît néanmoins à ce Satellite bien plus grande que celle de cet aſtre dans le rapport inverſe du quarré des diſtances, on aura donc $(397877)^2 : (171600000)^2 :: \frac{121}{11449} : 1909$ environ. Ainſi Jupiter dans le temps de l'*incandeſcence, étoit pour ſon quatrième Satellite* un aſtre de feu 1909 fois plus grand que le Soleil. Mais nous avons vu que la compenſation faite par la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre du Satellite étoit $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, lorſqu'au bout de 21621 ans il ſe ſeroit refroidi à la température actuelle de la Terre; & que dans le temps de l'incandeſcence, cette compenſation, par la chaleur du Soleil, n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, qui multipliés par 1909, donnent $\frac{70\frac{405}{676}}{1250}$ pour la compen-

ſation qu'a faite la chaleur de Jupiter au commencement de cette période, c'eſt-à-dire, dans le temps de l'incandeſcence, & par conſéquent $\frac{70\frac{405}{676}}{50}$ pour la compenſation que la chaleur de Jupiter auroit faite à la fin de cette première période, s'il eût conſervé ſon état d'incandeſcence; mais ſa chaleur propre ayant diminué pendant cette première période de 25 à 22 $\frac{3}{4}$, la compenſation au lieu d'être $\frac{70\frac{405}{676}}{50}$, n'a été que $\frac{64}{50}$ environ. Ajoutant ces deux termes $\frac{64}{50}$ & $\frac{70\frac{405}{676}}{1250}$ de la compenſation dans le premier & dans le dernier temps de cette période, on a $\frac{1671}{1250}$ environ, leſquels multipliés par 12 $\frac{1}{2}$ moitié de la ſomme de tous les termes, donnent $\frac{20887\frac{1}{2}}{125}$ ou 16 $\frac{3}{4}$ environ pour la compenſation totale qu'a faite la chaleur envoyée par Jupiter à la perte de la chaleur propre de ſon quatrième Satellite. Et comme la perte totale de la chaleur propre eſt à la compenſation totale en même raiſon que le temps de la période eſt à celui du prolongement du refroidiſſement, on aura 25 : 16 $\frac{3}{4}$: : 21621 : 14486 $\frac{7}{100}$. Ainſi le temps dont la chaleur de Jupiter a prolongé le refroidiſſement de ce Satellite pendant cette première période de 21621 ans, étant de 14486 ans $\frac{7}{100}$, & la chaleur du Soleil l'ayant auſſi prolongé de 8 ans $\frac{3}{10}$ pendant la même période, on trouve en ajoutant ces deux nombres d'années aux 21621 ans de la période, que c'a été dans l'année 36116 de la formation des planètes, c'eſt-à-dire, il y a 38716 ans que ce quatrième Satellite de Jupiter

jouiſſoit de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Jupiter à ſon quatrième Satellite a été égale à la chaleur propre de ce Satellite, s'eſt trouvé au 17 $\frac{2}{3}$ terme environ, de l'écoulement du temps de cette première période, qui multiplié par 864 $\frac{21}{25}$, nombre des années de chaque terme de cette période de 21621 ans, donne 15278 $\frac{21}{25}$. Ainſi c'a été dans l'année 15279 de la formation des planètes, que la chaleur envoyée par Jupiter à ſon quatrième Satellite, s'eſt trouvée égale à la chaleur propre de ce même Satellite.

Dès-lors on voit que la chaleur propre de ce Satellite a été au-deſſous de celle que lui envoyoit Jupiter dans l'année 15279 de la formation des planètes, & que Jupiter ayant envoyé à ce Satellite, dans le temps de l'incandeſcence, une chaleur 1909 fois plus grande que celle du Soleil, il lui envoyoit encore à la fin de la première période de 21621 ans, une chaleur 1737 $\frac{19}{100}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'a diminué pendant ce temps que de 25 à 22 $\frac{3}{4}$; & au bout d'une ſeconde période de 21621 ans, c'eſt-à-dire, après la déperdition de la chaleur propre de ce Satellite, juſqu'au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre, Jupiter envoyoit encore à ce Satellite une chaleur 1567 $\frac{19}{100}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'avoit encore diminué que de 22 $\frac{3}{4}$ à 20 $\frac{1}{4}$.

En ſuivant la même marche, on voit que la chaleur

de Jupiter, qui d'abord étoit 25, & qui décroit constamment de 2 $\frac{1}{4}$ par chaque période de 21621 ans, diminue par conséquent sur ce Satellite de 171 $\frac{81}{100}$ pendant chacune de ces périodes; en sorte qu'après 3 $\frac{1}{4}$ périodes environ, cette chaleur envoyée par Jupiter au Satellite, sera à très-peu pres encore 1350 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du Soleil.

Mais comme la chaleur du Soleil sur Jupiter & sur ses Satellites, est à celle du Soleil sur la Terre à peu-près : : 1 : 27, & que la chaleur de la Terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du Soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 27 cette quantité 1350 pour avoir une chaleur égale à celle que le Soleil envoie sur la Terre, & cette dernière chaleur étant $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe, il est évident qu'au bout de 3 $\frac{1}{4}$ périodes de 21621 ans chacune, c'est-à-dire, au bout de 70268 $\frac{1}{4}$ ans, la chaleur que Jupiter a envoyée à ce Satellite, a été égale à la chaleur actuelle de la Terre, & que n'ayant plus de chaleur propre, il n'a pas laissé de jouir d'une température égale à celle dont jouit actuellement la Terre, dans l'année 70269 de la formation des planètes, c'est-à-dire, il y a 4563 ans.

Et comme cette chaleur envoyée par Jupiter, a prolongé le refroidissement de ce Satellite au point de la température actuelle de la Terre, elle le prolongera de même pendant 3 $\frac{1}{4}$ autres périodes, pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe de la Terre; en sorte que ce ne sera que dans l'année

140538 de la formation des planètes, que ce Satellite sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du Soleil, relativement à la compensation qu'elle a faite à la diminution de la température du Satellite dans les différens temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du Satellite, cette chaleur du Soleil n'auroit fait compensation dans le temps de l'incandescence que de $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, & qu'à la fin de la première période de 21621 ans, cette même chaleur du Soleil auroit fait une compensation de $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, & que dès-lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du Soleil, auroit en effet été de 8 ans $\frac{3}{10}$; mais la chaleur envoyée par Jupiter, dans le temps de l'incandescence, étant à la chaleur propre du Satellite : : 70 $\frac{405}{676}$: 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du Soleil, doit être diminuée dans la même raison; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{1320\frac{405}{676}}$ au commencement de cette période, & que cette compensation qui auroit été $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ à la fin de cette première période, si l'on ne considéroit que la déperdition de la chaleur propre du Satellite, doit être diminuée dans la même raison de 64 à 50, parce que la chaleur envoyée par Jupiter, étoit encore plus grande que la chaleur propre de ce Satellite dans

cette même raiſon. Dès-lors la compenſation à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{114}$. En ajoutant ces deux termes de compenſation $\frac{\frac{25}{676}}{1320\frac{405}{676}}$ à $\frac{\frac{25}{676}}{114}$ du premier & du dernier temps de cette première période, on a $\frac{\frac{35865}{676}}{150548\frac{3}{10}}$ ou $\frac{53\frac{37}{676}}{150548\frac{3}{10}}$ environ, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$ moitié de la ſomme de tous les termes, donnent $\frac{763\frac{1}{6}}{150548\frac{3}{10}}$ pour la compenſation totale qu'a pu faire la chaleur du Soleil pendant cette première période. Et comme la diminution totale de la chaleur eſt à la compenſation totale en même raiſon que le temps de la période eſt à celui du prolongement du refroidiſſement, on aura $25 : \frac{763\frac{1}{6}}{150548\frac{3}{10}} :: 21621$ ans : 4 ans 140 jours. Ainſi le prolongement du refroidiſſement, par la chaleur du Soleil, au lieu d'avoir été de 8 ans $\frac{3}{10}$, n'a été que de 4 ans 140 jours.

Et pour évaluer en totalité la compenſation qu'a faite cette chaleur du Soleil pendant toutes les périodes, on trouvera que la compenſation, dans le temps de l'incandeſcence, ayant été de $\frac{\frac{25}{676}}{1320\frac{2}{3}}$, ſera à la fin de $3\frac{1}{4}$ périodes de $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, puiſque ce n'eſt qu'après ces $3\frac{1}{4}$ périodes, que la température de ce Satellite ſera égale à la température actuelle de la Terre. Ajoutant donc

ces deux termes de compenſation $\frac{\frac{25}{676}}{1320\frac{2}{3}}$ & $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ du premier & du dernier temps de ces $3\frac{1}{4}$ périodes, on a $\frac{\frac{34261}{676}}{66032}$ ou $\frac{50\frac{5}{6}}{66032}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$ moitié de la ſomme de tous les termes de la diminution de la chaleur, donnent $\frac{635}{66032}$ pour la compenſation totale, par la chaleur du Soleil, pendant les $3\frac{1}{4}$ périodes de 21621 ans chacune. Et comme la diminution totale de la chaleur eſt à la compenſation totale en même raiſon que le temps total des périodes eſt à celui du prolongement du refroidiſſement, on aura $25 : \frac{635}{66032} :: 70268\frac{1}{4} : 27$. Ainſi le prolongement total qu'a fait la chaleur du Soleil, n'a été que de 27 ans, qu'il faut ajouter aux 70268 ans $\frac{1}{4}$; d'où l'on voit que c'a été dans l'année 70296 de la formation des planètes, c'eſt-à-dire, il y a 4536 ans que ce quatrième Satellite de Jupiter jouiſſoit de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre; & de même que ce ne ſera que dans le double du temps, c'eſt-à-dire, dans l'année 140592 de la formation des planètes, que ſa température ſera refroidie au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Faiſons maintenant les mêmes recherches ſur les temps reſpectifs du refroidiſſement des Satellites de Saturne, & du refroidiſſement de ſon Anneau. Ces Satellites ſont à la vérité ſi difficiles à voir, que leurs grandeurs relatives ne ſont pas bien conſtatées; mais leurs diſtances à leur planète principale ſont aſſez bien connues, & il paroît par

par les obſervations des meilleurs Aſtronomes, que le Satellite le plus voiſin de Saturne eſt auſſi le plus petit de tous; que le ſecond n'eſt guère plus gros que le premier, le troiſième un peu plus grand; que le quatrième paroît le plus grand de tous, & qu'enfin le cinquième paroît tantôt plus grand que le troiſième, & tantôt plus petit; mais cette variation de grandeur dans ce dernier Satellite, n'eſt probablement qu'une apparence dépendante de quelques cauſes particulières qui ne changent pas ſa grandeur réelle, qu'on peut regarder comme égale à celle du quatrième, puiſqu'on l'a vu quelqueſois ſurpaſſer le troiſième.

Nous ſuppoſerons donc que le premier, & le plus petit de ces Satellites, eſt gros comme la Lune; le ſecond, grand comme Mercure; le troiſième, grand comme Mars; le quatrième & le cinquième, grands comme la Terre; & prenant les diſtances reſpectives de ces Satellites à leur planète principale, nous verrons que le premier eſt environ à 66 mille 900 lieues de diſtance de Saturne; le ſecond à 85 mille 450 lieues, ce qui eſt à peu-près la diſtance de la Lune à la Terre; le troiſième à 120 mille lieues; le quatrième à 278 mille lieues, & le cinquième à 808 mille lieues, tandis que le Satellite le plus éloigné de Jupiter n'en eſt qu'à 398 mille lieues.

Saturne a donc une vîteſſe de rotation plus grande que celle de Jupiter, puiſque dans l'état de liquéfaction, ſa force centrifuge a projeté des parties de ſa maſſe à

plus du double de la diſtance à laquelle la force centrifuge de Jupiter a projeté celles qui forment ſon Satellite le plus éloigné.

Et ce qui prouve encore que cette force centrifuge, provenant de la vîteſſe de rotation, eſt plus grande dans Saturne que dans Jupiter, c'eſt l'Anneau dont il eſt environné, & qui, quoique fort mince, ſuppoſe une projection de matière encore bien plus conſidérable que celle des cinq Satellites pris enſemble. Cet Anneau concentrique à la ſurface de l'équateur de Saturne, n'en eſt éloigné que d'environ 55 mille lieues; ſa forme eſt celle d'une zone aſſez large, un peu courbée ſur le plan de ſa largeur, qui eſt d'environ un tiers du diamètre de Saturne, c'eſt-à-dire, de plus de 9 mille lieues; mais cette zone de 9 mille lieues de largeur, n'a peut-être pas 100 lieues d'épaiſſeur, car lorſque l'Anneau ne nous préſente exactement que ſa tranche, il ne réfléchit pas aſſez de lumière pour qu'on puiſſe l'apercevoir avec les meilleures lunettes; au lieu qu'on l'aperçoit pour peu qu'il s'incline ou ſe redreſſe, & qu'il découvre en conſéquence une petite partie de ſa largeur: or cette largeur vue de face, étant de 9 mille lieues, ou plus exactement de 9 mille 110 lieues, ſeroit d'environ 4 mille 555 lieues, vue ſous l'angle de 45 degrés, & par conſéquent d'environ 100 lieues, vue ſous un angle d'un degré d'obliquité, car on ne peut guère préſumer qu'il fût poſſible d'apercevoir cet Anneau s'il n'avoit pas au moins un degré d'obliquité, c'eſt-à-dire, s'il ne nous préſentoit

pas une tranche au moins égale à une 90.e partie de sa largeur ; d'où je conclus que son épaisseur doit être égale à cette 90.e partie qui équivaut à peu-près à 100 lieues.

Il est bon de supputer avant d'aller plus loin, toutes les dimensions de cet Anneau, & de voir quelle est la surface & le volume de la matière qu'il contient.

Sa largeur est de 9 mille 110 lieues.

Son épaisseur supposée de 100 lieues.

Son diamètre intérieur de 191 mille 296 lieues.

Son diamètre extérieur, c'est à-dire, y compris les épaisseurs, de 191 mille 496 lieues.

Sa circonférence intérieure de 444 mille 73 lieues.

Sa circonférence extérieure de 444 mille 701 lieues.

Sa surface concave de 4 milliars 455 millions 5 mille 30 lieues quarrées.

Sa surface convexe de 4 milliars 512 millions 226 mille 110 lieues quarrées.

La surface de l'épaisseur en dedans, de 44 millions 407 mille 300 lieues quarrées.

La surface de l'épaisseur en dehors, de 44 millions 470 mille 100 lieues quarrées.

Sa surface totale de 8 milliars 185 millions 608 mille 540 lieues quarrées.

Sa solidité de 404 milliars 836 millions 557 mille lieues cubiques.

Ce qui fait environ trente fois autant de volume de matière qu'en contient le globe terrestre, dont la solidité n'est que de 12 milliars 365 millions 103 mille 160 lieues cubiques. Et en comparant la surface de l'Anneau

à la ſurface de la Terre, on verra que celle-ci n'étant que de 25 millions 772 mille 725 lieues quarrées, celle de toutes les faces de l'Anneau étant de 8 milliars 185 millions 608 mille 540 lieues; elle eſt par conſéquent plus de 217 fois plus grande que celle de la Terre; en ſorte que cet Anneau qui ne paroît être qu'un volume anomale, un aſſemblage de matière ſous une forme bizarre, peut néanmoins être une Terre, dont la ſurface eſt plus de 300 fois plus grande que celle de notre globe, & qui malgré ſon grand éloignement du Soleil, peut cependant jouir de la même température que la Terre.

Car ſi l'on veut rechercher l'effet de la chaleur de Saturne & de celle du Soleil ſur cet Anneau, & reconnoître les temps de ſon refroidiſſement par la déperdition de ſa chaleur propre, comme nous l'avons fait pour la Lune & pour les Satellites de Jupiter, on verra que n'ayant que 100 lieues d'épaiſſeur, il ſe ſeroit conſolidé juſqu'au milieu ou au centre de cette épaiſſeur en 101 ans $\frac{1}{2}$ environ, ſi ſa denſité étoit égale à celle de la Terre; mais comme la denſité de Saturne & celle de ſes Satellites & de ſon Anneau, que nous ſuppoſons la même, n'eſt à la denſité de la Terre que : : 184 : 1000; il s'enſuit que l'Anneau au lieu de s'être conſolidé juſqu'au centre de ſon épaiſſeur en 101 ans $\frac{1}{2}$, s'eſt réellement conſolidé en 18 ans $\frac{17}{25}$. Et de même on verra que cet Anneau auroit dû ſe refroidir au point de pouvoir le toucher en 1183 ans $\frac{90}{143}$, ſi ſa denſité étoit égale à celle de la Terre, mais comme elle n'eſt que 184 au

lieu de 1000, le temps du refroidiſſement au lieu d'être de 1183 ans $\frac{90}{143}$, n'a été que de 217 ans $\frac{787}{1000}$, & celui du refroidiſſement à la température actuelle, au lieu d'être de 1958 ans, n'a réellement été que de 360 ans $\frac{7}{25}$, abſtraction faite de toute compenſation, tant par la chaleur du Soleil que par celle de Saturne dont il faut faire l'évaluation.

Pour trouver la compenſation par la chaleur du Soleil, nous conſidérerons que cette chaleur du Soleil ſur Saturne, ſur ſes Satellites & ſur ſon Anneau, eſt à très-peu près égale, parce que tous ſont à très-peu près également éloignés de cet aſtre; or cette chaleur du Soleil que reçoit Saturne eſt à celle que reçoit la Terre : : 100 : 9025, ou : : 4 : 361. Dès-lors la compenſation qu'a faite la chaleur du Soleil lorſque l'Anneau a été refroidi à la température actuelle de la Terre, au lieu d'être $\frac{1}{50}$, comme ſur la Terre, n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, & dans le temps de l'incandeſcence cette compenſation n'étoit que $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$. Ajoutant ces deux termes du premier & du dernier temps de cette période de 360 ans $\frac{7}{25}$, on aura $\frac{\frac{104}{361}}{1250}$, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$ moitié de la ſomme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{1300}{361}}{1250}$ ou $\frac{3\frac{217}{361}}{1250}$ pour la compenſation totale qu'a faite la chaleur du Soleil dans les 360 ans $\frac{7}{25}$ de la première période. Et comme la perte totale de la chaleur propre eſt à la compenſation totale en même raiſon que le temps

total de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{3\frac{217}{341}}{1250}$: : 360 $\frac{7}{25}$: $\frac{1\frac{19}{625}}{25}$ ans ou 15 jours environ, dont le refroidissement de l'Anneau a été prolongé, par la chaleur du Soleil, pendant cette première période de 360 ans $\frac{7}{25}$.

Mais la compensation, par la chaleur du Soleil, n'est pour ainsi dire rien en comparaison de celle qu'a faite la chaleur de Saturne. Cette chaleur de Saturne dans le temps de l'incandescence, c'est-à-dire, au commencement de la période, étoit 25 fois plus grande que la chaleur actuelle de la Terre, & n'avoit encore diminué au bout de 360 ans $\frac{7}{25}$, que de 25 à 24 $\frac{211}{215}$ environ. Or cet Anneau est à 4 demi-diamètres de Saturne, c'est-à-dire à 54 mille 656 lieues de distance de sa planète, tandis que sa distance au Soleil est de 313 millions 500 mille lieues, en supposant 33 millions de lieues pour la distance de la Terre au Soleil. Dès-lors Saturne, dans le temps de l'incandescence & même long-temps & très-long-temps après, a fait sur son Anneau une compensation infiniment plus grande que la chaleur du Soleil.

Pour en faire la comparaison, il faut considérer que la chaleur croissant comme le quarré de la distance diminue, la chaleur envoyée par Saturne à son Anneau, auroit été à la chaleur envoyée par le Soleil, comme le quarré de 313500000, est au quarré de 54656, si la surface que Saturne présente à son Anneau, étoit égale à la surface que lui présente le Soleil; mais la surface de

Saturne qui n'eſt dans le réel que $\frac{90\frac{1}{4}}{11449}$ de celle du Soleil, paroît néanmoins à ſon Anneau bien plus grande que celle de cet aſtre dans la raiſon inverſe du quarré des diſtances, on aura donc $(54656)^2 : (313500000)^2 :: \frac{90\frac{1}{4}}{11449} : 259332$ environ; donc la ſurface que Saturne préſente à ſon Anneau eſt 259332 fois plus grande que celle que lui préſente le Soleil; ainſi Saturne dans le temps de l'incandeſcence, étoit pour ſon Anneau un aſtre de feu 259332 fois plus étendu que le Soleil; mais nous avons vu que la compenſation faite par la chaleur du *Soleil* à la perte de la chaleur propre de l'Anneau n'étoit que $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, lorſqu'au bout de 360 ans $\frac{7}{25}$, il ſe ſeroit refroidi à la température actuelle de la Terre, & que dans le temps de l'incandeſcence, cette compenſation, par la chaleur du Soleil, n'étoit que $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, on aura donc 259332, multipliés par $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ ou $\frac{2873\frac{1}{2}}{1250}$ environ pour la compenſation qu'a faite la chaleur de Saturne au commencement de cette période, dans le temps de l'incandeſcence, & $\frac{2873\frac{1}{2}}{50}$ pour la compenſation que Saturne auroit faite à la fin de cette même période de 360 ans $\frac{7}{25}$, s'il eût conſervé ſon état d'incandeſcence. Mais comme ſa chaleur propre a diminué de 25 à $24\frac{211}{215}$ pendant cette période de 360 ans $\frac{7}{25}$, la compenſation à la fin de cette période au lieu d'être $\frac{2873\frac{1}{2}}{50}$ n'a été que

$\frac{2867\frac{1}{3}}{50}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{2867\frac{1}{3}}{50}$ & $\frac{2873\frac{1}{2}}{1250}$ du premier & du dernier temps de cette première période de 360 ans $\frac{7}{25}$, on aura $\frac{74556\frac{5}{6}}{1250}$, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$ moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{931960\frac{5}{12}}{1250}$ ou 745 $\frac{71}{125}$ environ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de Saturne sur son Anneau pendant cette première période de 360 ans $\frac{7}{25}$. Et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : 745 $\frac{71}{125}$ :: 360 $\frac{7}{25}$: 10752 $\frac{13}{25}$ environ. Ainsi le temps dont la chaleur de Saturne a prolongé le refroidissement de son Anneau pendant cette première période, a été d'environ 10752 ans $\frac{13}{25}$, tandis que la chaleur du Soleil ne l'a prolongé, pendant la même période, que de 15 jours. Ajoutant ces deux nombres aux 360 ans $\frac{7}{25}$ de la période, on voit que c'est dans l'année 11113 de la formation des planètes, c'est-à-dire, il y a 63719 ans que l'Anneau de Saturne auroit pu se trouver au même degré de température dont jouit aujourd'hui la Terre, si la chaleur de Saturne, surpassant toujours la chaleur propre de l'Anneau, n'avoit pas continué de le brûler pendant plusieurs autres périodes de temps.

Car le moment où la chaleur envoyée par Saturne à son Anneau, étoit égale à la chaleur propre de cet Anneau, s'est trouvé dès le temps de l'incandescence où

où cette chaleur envoyée par Saturne étoit plus forte que la chaleur propre de l'Anneau dans le rapport de $2873 \frac{1}{2}$ à 1250.

Dès-lors on voit que la chaleur propre de l'Anneau a été au-dessous de celle que lui envoyoit Saturne dès le temps de l'incandescence, & que dans ce même temps Saturne ayant envoyé à son Anneau une chaleur 259332 fois plus grande que celle du Soleil, il lui envoyoit encore à la fin de la première période de 360 ans $\frac{7}{25}$, une chaleur $258608 \frac{7}{25}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit diminué que de 25 à $24 \frac{40}{43}$; & au bout d'une seconde période de 360 ans $\frac{7}{25}$, c'est-à-dire, après la déperdition de la chaleur propre de l'Anneau, jusqu'au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre, Saturne envoyoit encore à son Anneau une chaleur $257984 \frac{14}{25}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit encore diminué que de $24 \frac{40}{43}$ à $24 \frac{37}{43}$.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Saturne, qui d'abord étoit 25, & qui décroît constamment de $\frac{3}{43}$ par chaque période de 360 ans $\frac{7}{25}$, diminue par conséquent sur l'Anneau, de $723 \frac{18}{25}$ pendant chacune de ces périodes; en sorte qu'après 351 périodes environ, cette chaleur envoyée par Saturne à son Anneau, sera encore à très-peu près 4500 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du Soleil.

Mais comme la chaleur du Soleil, tant sur Saturne

que sur ses Satellites & sur son Anneau, est à celle du Soleil sur la Terre à peu-près : : 1 : 90, & que la chaleur de la Terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du Soleil; il s'ensuit qu'il faut diviser par 90 cette quantité 4500 pour avoir une chaleur égale à celle que le Soleil envoie sur la Terre; & cette dernière chaleur étant $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre, il est évident qu'au bout de 351 périodes de 360 ans $\frac{7}{25}$ chacune, c'est-à-dire, au bout de 126458 ans, la chaleur que Saturne enverra encore à son Anneau, sera égale à la chaleur actuelle de la Terre, & que n'ayant plus aucune chaleur propre depuis très-long temps, cet Anneau ne laissera pas de jouir encore alors d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la Terre.

Et comme cette chaleur envoyée par Saturne, aura prodigieusement prolongé le refroidissement de son Anneau au point de la température actuelle de la Terre, elle le prolongera de même pendant 351 autres périodes, pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 252916 de la formation des planètes, que l'Anneau de Saturne sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du Soleil, relativement à la compensation qu'elle a dû faire à la diminution de la température de l'Anneau dans les différens temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre de l'Anneau, cette

chaleur du Soleil n'auroit fait compensation, dans le temps de l'incandescence, que de $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, & qu'à la fin de la première période qui est de 360 ans $\frac{7}{25}$, cette même chaleur du Soleil auroit fait une compensation de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$; & que dès-lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du Soleil, auroit en effet été de 15 jours; mais la chaleur envoyée par Saturne, dans le temps de l'incandescence, étant à la chaleur propre de l'Anneau : : $2873\frac{1}{2}$: 1250; il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du Soleil, doit être diminuée dans la même raison, en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{4123\frac{1}{2}}$ au commencement de cette période; & que cette compensation qui auroit été $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de cette première période, si l'on ne considéroit que la déperdition de la chaleur propre de l'Anneau, doit être diminuée dans la raison de $2867\frac{1}{3}$ à 50, parce que la chaleur envoyée par Saturne, étoit encore plus grande que la chaleur propre de l'Anneau dans cette même raison. Dès-lors la compensation à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{2917\frac{1}{3}}$. En ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{\frac{4}{361}}{4123\frac{1}{2}}$ & $\frac{\frac{4}{361}}{2917\frac{1}{3}}$ du premier & du dernier temps de cette première période, on a

$\frac{\frac{4}{361}}{12029624}$ ou $\frac{78\frac{5}{361}}{12029624}$, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$ moitié de la ſomme de tous les termes de la diminution de la chaleur propre pendant cette première période de 360 ans $\frac{7}{25}$, donnent $\frac{975\frac{63}{361}}{12029624}$ pour la compenſation totale qu'a pu faire la chaleur du Soleil pendant cette première période. Et comme la diminution totale de la chaleur eſt à la compenſation totale en même raiſon que le temps de la période eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura 25 : $\frac{975\frac{63}{361}}{12029624}$: : 360 $\frac{7}{25}$: $\frac{351336}{300740600}$, ou : : 360 ans $\frac{7}{25}$: 10 heures 14 minutes. Ainſi le prolongement du refroidiſſement, par la chaleur du Soleil ſur l'Anneau de Saturne pendant la première période, au lieu d'avoir été de 15 jours, n'a réellement été que de 10 heures 14 minutes.

Et pour évaluer en totalité la compenſation qu'a faite cette chaleur du Soleil pendant toutes les périodes, on trouvera que la compenſation, dans le temps de l'incandeſcence, ayant été $\frac{\frac{4}{361}}{4123\frac{1}{2}}$, ſera à la fin de 351 périodes, de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, puiſque ce n'eſt qu'après ces 351 périodes, que la température de l'Anneau ſera égale à la température actuelle de la Terre : ajoutant donc ces deux termes de compenſation $\frac{\frac{4}{361}}{4123\frac{1}{2}}$ & $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ du premier & du dernier temps de ces 351 périodes, on a $\frac{\frac{16514}{361}}{206175}$ ou

$\frac{45\frac{2}{3}}{206175}$, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$ moitié de la ſomme de tous les termes de la diminution de la chaleur pendant toutes ces périodes, donnent $\frac{571}{206175}$ environ pour la compenſation totale, par la chaleur du Soleil, pendant les 351 périodes de 360 ans $\frac{7}{5}$ chacune. Et comme la diminution totale de la chaleur eſt à la compenſation totale en même raiſon que le temps total de la période eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura 25 : $\frac{571}{206175}$: : 126458 : 14 ans $\frac{1}{125}$. Ainſi le prolongement total qu'a faite & que fera la chaleur du Soleil ſur l'Anneau de Saturne, n'eſt que de 14 ans $\frac{1}{125}$, qu'il faut ajouter aux 126458 ans. D'où l'on voit que ce ne ſera que dans l'année 126473 de la formation des planètes, que cet Anneau jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre, & qu'il faudra le double du temps, c'eſt-à-dire, que ce ne ſera que dans l'année 252946 de la formation des planètes, que la température de l'Anneau de Saturne ſera refroidie à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Pour faire ſur les Satellites de Saturne la même évaluation que nous venons de faire ſur le refroidiſſement de ſon Anneau, nous ſuppoſerons, comme nous l'avons dit, que le premier de ces Satellites, c'eſt-à-dire, le plus voiſin de Saturne, eſt de la grandeur de la Lune; le ſecond de celle de Mercure; le troiſième de la grandeur de Mars; le quatrième & le cinquième de la grandeur de la Terre. Cette ſuppoſition qui ne pourroit

être exacte que par un grand hasard, ne s'éloigne cependant pas assez de la vérité, pour que dans le réel elle ne nous fournisse pas des résultats qui pourront achever de compléter nos idées sur les temps où la Nature a pu naître & périr dans les différens globes qui composent l'Univers solaire.

Partant donc de cette supposition, nous verrons que le premier Satellite étant grand comme la Lune, a dû se consolider jusqu'au centre en 145 ans $\frac{3}{4}$ environ, parce que n'étant que de $\frac{3}{11}$ du diametre de la Terre, il se seroit consolidé jusqu'au centre en 792 ans $\frac{3}{4}$, s'il étoit de même densité, mais la densité de la Terre étant à celle de Saturne & de ses Satellites : : 1000 : 184; il s'ensuit qu'on doit diminuer le temps de la consolidation & du refroidissement dans la même raison, ce qui donne 145 ans $\frac{3}{4}$ pour le temps nécessaire à la consolidation. Il en est de même du temps du refroidissement au point de pouvoir toucher sans se brûler la surface de ce Satellite; on trouvera par les mêmes règles de proportion qu'il aura perdu assez de sa chaleur propre pour arriver à ce point en 1701 ans $\frac{16}{25}$, & ensuite que par la même déperdition de sa chaleur propre il se seroit refroidi au point de la température actuelle de la Terre en 3715 ans $\frac{87}{125}$. Or l'action de la chaleur du Soleil étant en raison inverse du quarré de la distance, la compensation que cette chaleur envoyée par le Soleil, a faite au commencement de cette première

période, dans le temps de l'incandescence, a été $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ & $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de cette même période de 3715 ans $\frac{87}{125}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ & $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ de la compensation dans le premier & dans le dernier temps de cette période, on a $\frac{\frac{104}{361}}{1250}$, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$ moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{1300}{361}}{1250}$ ou $\frac{3\frac{217}{361}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette première période de 3715 ans $\frac{87}{125}$. Et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{3\frac{217}{361}}{1250}$: : 3715 ans $\frac{87}{125}$: 156 jours. Ainsi le prolongement du refroidissement de ce Satellite, par la chaleur du Soleil, n'a été que de 156 jours pendant cette première période.

Mais la chaleur de Saturne qui, dans le temps de l'incandescence, c'est-à-dire, dans le commencement de cette première période, étoit 25, n'avoit encore diminué au bout de 3715 ans $\frac{87}{125}$ que de 25 à 24 $\frac{4}{13}$ environ; & comme ce Satellite n'est éloigné de Saturne que de 66900 lieues, tandis qu'il est éloigné du Soleil de 313 millions 500 mille lieues, la chaleur envoyée par Saturne à ce premier Satellite, auroit été à la chaleur envoyée par le Soleil, comme le quarré de 313500000,

eſt au quarré de 66900, ſi la ſurface que Saturne préſente à ce Satellite étoit égale à la ſurface que lui préſente le Soleil; mais la ſurface de Saturne, qui n'eſt dans le réel que $\frac{90\frac{1}{4}}{11449}$ de celle du Soleil, paroit néanmoins à ce Satellite plus grande que celle de cet aſtre dans le rapport inverſe du quarré des diſtances; on aura donc $(66900)^2 : (313500000)^2 :: \frac{90\frac{1}{4}}{11449} : 173102$ environ; donc la ſurface que Saturne préſente à ſon premier Satellite étant 173 mille 102 fois plus grande que celle que lui préſente le Soleil, Saturne dans le temps de l'incandeſcence étoit pour ce Satellite un aſtre de feu 173102 fois plus grand que le Soleil. Mais nous avons vu que la compenſation faite par la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre de ce Satellite, n'étoit que $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ dans le temps de l'incandeſcence, & $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ lorſqu'au bout de 3715 ans $\frac{2}{3}$ il ſe ſeroit refroidi à la température actuelle de la Terre; on aura donc 173102 multipliés par $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ ou $\frac{1918\frac{1}{5}}{1250}$ environ pour la compenſation qu'a faite la chaleur de Saturne au commencement de cette période, dans le temps de l'incandeſcence, & $\frac{1918\frac{1}{5}}{50}$ pour la compenſation que Saturne auroit fait à la fin de cette même période, s'il eût conſervé ſon état d'incandeſcence; mais comme la chaleur propre de Saturne a diminué de 25 à $24\frac{4}{13}$ environ pendant cette période de 3715 ans $\frac{2}{3}$, la compenſation à la fin de cette

cette période, au lieu d'être $\frac{1918\frac{1}{5}}{50}$, n'a été que $\frac{1865}{50}$ environ. Ajoutant ces deux termes $\frac{1865}{50}$ & $\frac{1918\frac{1}{5}}{1250}$ de la compenſation du premier & du dernier temps de cette période, on aura $\frac{48543\frac{1}{5}}{1250}$, leſquels multipliés par $12\frac{1}{2}$ moitié de la ſomme de tous les termes, donnent $\frac{606790}{1250}$ ou $485\frac{6}{17}$ environ pour la compenſation totale qu'a faite la chaleur de Saturne ſur ſon premier Satellite pendant cette première période de 3715 ans $\frac{2}{3}$. Et comme la perte totale de la chaleur propre eſt à la compenſation totale en même raiſon que le temps total de la période eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura $25 : 485\frac{6}{17} :: 3715\frac{2}{3} : 72136$ environ. Ainſi le temps dont la chaleur de Saturne a prolongé le refroidiſſement de ſon premier Satellite pendant cette première période de $3715\frac{2}{3}$, a été de 72136 ans, tandis que la chaleur du Soleil ne l'a prolongé pendant la même période, que de 156 jours. En ajoutant ces deux termes avec celui de la période qui eſt de 3715 ans environ, on voit que ce ſera dans l'année 75853 de la formation des planètes, c'eſt-à-dire, dans 1021 ans que ce premier Satellite de Saturne, pourra jouir de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Saturne à ce Satellite, a été égale à ſa chaleur propre, s'eſt trouvé dès le premier moment de l'incandeſcence, ou plutôt

ne s'est jamais trouvé; car dans le temps même de l'incandescence, la chaleur envoyée par Saturne à ce Satellite, étoit encore plus grande que la sienne propre, quoiqu'il fût lui-même en incandescence, puisque la compensation que faisoit alors la chaleur de Saturne à la chaleur propre du Satellite, étoit $\frac{1958\frac{1}{2}}{1250}$, & que pour qu'elle n'eût été qu'égale il auroit fallu que la température n'eût été que $\frac{1250}{1250}$.

Dès-lors on voit que la chaleur propre de ce Satellite a été au-dessous de celle que lui envoyoit Saturne dès le moment de l'incandescence, & que dans ce même temps Saturne ayant envoyé à ce Satellite une chaleur 173102 fois plus grande que celle du Soleil, il lui envoyoit encore à la fin de la première période de 3715 ans $\frac{87}{125}$, une chaleur 168308 $\frac{2}{5}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit diminué que de 25 à 24 $\frac{4}{13}$; & au bout d'une seconde période de 3715 ans $\frac{87}{125}$, après la déperdition de la chaleur propre de ce Satellite, jusqu'au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre, Saturne envoyoit encore à ce Satellite une chaleur 163414 $\frac{4}{5}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit encore diminué que de 24 $\frac{4}{13}$ à 23 $\frac{8}{13}$.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Saturne, qui d'abord étoit 25, & qui décroît constamment de $\frac{9}{13}$ par chaque période de 3715 ans $\frac{87}{125}$,

diminue par conſéquent ſur ce Satellite de 4893 $\frac{3}{5}$ pendant chacune de ces périodes : en ſorte qu'après 33 $\frac{1}{2}$ périodes environ, cette chaleur envoyée par Saturne à ſon premier Satellite, ſera encore à très-peu près 4500 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du Soleil.

Mais comme cette chaleur du Soleil ſur Saturne & ſur ſes Satellites, eſt à celle du Soleil ſur la Terre : : 1 : 90, à très-peu près, & que la chaleur de la Terre eſt 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du Soleil, il s'enſuit qu'il faut diviſer par 90 cette quantité 4500 pour avoir une chaleur égale à celle que le Soleil envoie ſur la Terre ; & cette dernière chaleur étant $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe terreſtre, il eſt évident qu'au bout de 33 $\frac{1}{2}$ périodes de 3715 ans $\frac{87}{125}$ chacune, c'eſt-à-dire, au bout de 124475 ans $\frac{5}{6}$, la chaleur que Saturne enverra encore à ce Satellite, ſera égale à la chaleur actuelle de la Terre, & que ce Satellite n'ayant plus aucune chaleur propre depuis très-long temps, ne laiſſera pas de jouir alors d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la Terre.

Et comme cette chaleur envoyée par Saturne, a prodigieuſement prolongé le refroidiſſement de ce Satellite au point de la température actuelle de la Terre, il le prolongera de même pendant 33 $\frac{1}{2}$ autres périodes, pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe de la Terre ; en ſorte que ce ne ſera que dans l'année 248951 de la formation des planètes, que ce

premier Satellite de Saturne sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du Soleil, relativement à la compensation qu'elle a faite à la diminution de la température de ce Satellite dans les différens temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du Satellite, cette chaleur du Soleil n'auroit fait compensation, dans le temps de l'incandescence, que de $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, & qu'à la fin de la premiere periode qui est de 3715 ans $\frac{87}{125}$, cette même chaleur du Soleil auroit fait une compensation de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$; & que dès-lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du Soleil, auroit été en effet de 156 jours; mais la chaleur envoyée par Saturne dans le temps de l'incandescence, étant à la chaleur propre du Satellite :: 1918 $\frac{1}{3}$: 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du Soleil, doit être diminuée dans la même raison; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{3168\frac{1}{3}}$ au commencement de cette période, & que cette compensation qui auroit été $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de cette première période, si on ne considéroit que la déperdition de la chaleur propre du Satellite, doit être diminuée dans la raison de 1865 à 50, parce que la chaleur envoyée par Saturne, étoit encore plus grande que la chaleur propre du Satellite

dans cette même raiſon. Dès-lors la compenſation à la fin de cette première période au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{1915}$. En ajoutant ces deux termes de compenſation $\frac{\frac{4}{361}}{3168\frac{1}{3}}$ & $\frac{\frac{4}{361}}{1915}$ du premier & du dernier temps de cette première période de 3715 ans $\frac{87}{125}$, on a $\frac{\frac{20332}{361}}{6067103}$ ou $\frac{56\frac{116}{361}}{6067103}$, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$ moitié de la ſomme de tous les termes de la diminution de la chaleur du Satellite pendant cette première période, donnent $\frac{704\frac{8}{41}}{6067103}$ pour la compenſation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette première période. Et comme la diminution totale de la chaleur eſt à la compenſation totale en même raiſon que le temps de la période eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura $25 : \frac{704\frac{8}{41}}{6067103} :: 3715\frac{87}{125} : \frac{2616510\frac{1}{2}}{151677576}$, ou :: 3715 ans $\frac{87}{125}$: 6 jours 7 heures environ. Ainſi le prolongement du refroidiſſement, par la chaleur du Soleil, pendant cette première période, au lieu d'avoir été de 156 jours, n'a réellement été que de 6 jours 7 heures.

Et pour évaluer en totalité la compenſation qu'a faite cette chaleur du Soleil pendant toutes les périodes, on trouvera que la compenſation, dans le temps de l'incandeſcence, ayant été, comme nous venons de le

dire, $\frac{\frac{4}{361}}{3168\frac{1}{3}}$, ſera à la fin de $33\frac{1}{2}$ périodes de 3715 ans $\frac{87}{125}$ chacune, de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, puiſque ce n'eſt qu'après ces $33\frac{1}{2}$ périodes que la température de ce Satellite ſera égale à la température actuelle de la Terre. Ajoutant donc ces deux termes de compenſation $\frac{\frac{4}{361}}{3168\frac{1}{3}}$ & $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ du premier & du dernier temps des $33\frac{1}{2}$ périodes, on a $\frac{\frac{12873}{361}}{158410}$ ou $\frac{35\frac{2}{3}}{158410}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$ moitié de la ſomme de tous les termes de la diminution de la chaleur pendant toutes ces périodes, donnent $\frac{445\frac{5}{6}}{158410}$ pour la compenſation totale, par la chaleur du Soleil, pendant les $33\frac{1}{2}$ périodes de 3715 ans $\frac{87}{125}$ chacune. Et comme la diminution totale de la chaleur eſt à la compenſation totale en même raiſon que le temps total des périodes eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura 25 : $\frac{445\frac{5}{6}}{158410}$: : 124475 ans $\frac{5}{6}$: 14 ans 4 jours environ. Ainſi le prolongement total que fera la chaleur du Soleil, ne ſera que de 14 ans 4 jours, qu'il faut ajouter aux 124475 ans $\frac{5}{6}$. D'où l'on voit que ce ne ſera que ſur la fin de l'année 124490 de la formation des planètes, que ce Satellite jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre, & qu'il faudra le double de ce temps, c'eſt-à-dire, 248980 ans à dater de la formation des planètes, pour que ce premier Satellite

de Saturne puisse être refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Faisant le même calcul pour le second Satellite de Saturne, que nous avons supposé grand comme Mercure, & qui est à 85 mille 450 lieues de distance de sa planète principale, nous verrons que ce Satellite a dû se consolider jusqu'au centre en 178 ans $\frac{3}{25}$, parce que n'étant que de $\frac{1}{3}$ du diamètre de la Terre, il se seroit consolidé jusqu'au centre en 968 ans $\frac{1}{3}$, s'il étoit de même densité; mais comme la densité de la Terre est à la densité de Saturne & de ses Satellites : : 1000 : 184, il s'ensuit qu'on doit diminuer les temps de la consolidation & du refroidissement dans la même raison, ce qui donne 178 ans $\frac{3}{25}$ pour le temps nécessaire à la consolidation. Il en est de même du temps du refroidissement au point de toucher sans se brûler la surface du Satellite; on trouvera par les mêmes règles de proportion, qu'il s'est refroidi à ce point en 2079 ans $\frac{35}{62}$, & ensuite qu'il s'est refroidi à la température actuelle de la Terre en 4541 ans $\frac{1}{2}$ environ. Or l'action de la chaleur du Soleil étant en raison inverse du quarré des distances, la compensation étoit au commencement de cette première période, dans le temps de l'incandescence, $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ & $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de cette même période de 4541 ans $\frac{1}{2}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ & $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ du premier & du dernier temps de cette période, on a $\frac{\frac{104}{361}}{1250}$, qui

multipliés par 12 $\frac{1}{2}$ moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\overline{1300}\;361}{1250}$ ou $\frac{3\,[illegible]}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette première période de 4541 ans $\frac{1}{2}$. Et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{3\frac{217}{1}}{1250} :: 4541\frac{1}{2} : 191$ jours. Ainsi le prolongement du refroidissement de ce Satellite, par la chaleur du Soleil, auroit été de 191 jours pendant cette première periode de 4541 ans $\frac{1}{2}$.

Mais la chaleur de Saturne qui, dans le temps de l'incandescence, étoit 25 fois plus grande que la chaleur actuelle de la Terre, n'avoit diminué au bout de 4541 ans $\frac{1}{2}$, que de $\frac{57}{63}$ environ, & étoit encore $24\frac{8}{63}$ à la fin de cette même période. Et ce Satellite n'étant éloigné que de 85 mille 450 lieues de sa planète principale, tandis qu'il est éloigné du Soleil de 313 millions 500 mille lieues; il en résulte que la chaleur envoyée par Saturne à ce second Satellite, auroit été comme le quarré de 313500000 est au quarré de 85450, si la surface que présente Saturne à ce Satellite, étoit égale à la surface que lui présente le Soleil; mais la surface de Saturne qui, dans le réel n'est que $\frac{90\frac{1}{4}}{11449}$ de celle du Soleil, paroît néanmoins plus grande à ce Satellite dans le rapport inverse du quarré des distances. On aura donc

$(85450)^2$

$(85450)^2 : (313500000)^2 :: \frac{90\frac{1}{4}}{11449}$: 106104 environ. Ainſi la ſurface que préſente Saturne à ce Satellite, étant 106 *mille* 104 fois plus grande que la ſurface que lui préſente le Soleil ; Saturne, dans le temps de l'incandeſcence, étoit pour ſon ſecond Satellite un aſtre de feu 106 mille 104 fois plus grand que le Soleil. Mais nous avons vu que la compenſation faite par la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre du Satellite, dans le temps de l'incandeſcence, n'étoit que $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, & qu'à la fin de la première période de 4541 ans $\frac{1}{2}$, lorſqu'il ſe ſeroit refroidi par la déperdition de ſa chaleur propre au point de la température actuelle de la Terre, la compenſation par la chaleur du Soleil a été $\frac{\frac{4}{361}}{50}$. Il faut donc multiplier ces deux termes de compenſation par 106104, & l'on aura $\frac{1175\frac{2}{3}}{1250}$ environ pour la compenſation qu'a faite la chaleur de Saturne ſur ce Satellite au commencement de cette première période, dans le temps de l'incandeſcence, & $\frac{1175\frac{2}{3}}{50}$ pour la compenſation que la chaleur de Saturne auroit faite à la fin de cette même période, s'il eût conſervé ſon état d'incandeſcence ; mais comme la chaleur propre de Saturne a diminué de 25 à $24\frac{8}{61}$ pendant cette période de 4541 ans $\frac{1}{2}$, la compenſation à la fin de la période, au lieu d'être $\frac{1175\frac{2}{3}}{50}$ n'a été que $\frac{1134\frac{17}{40}}{50}$ environ. Ajoutant ces deux termes de compenſation $\frac{1175\frac{2}{3}}{1250}$ & $\frac{1134\frac{17}{40}}{50}$ du

premier & du dernier temps de la période, on a $\frac{29586 \frac{11}{40}}{1250}$, leſquels multipliés par $12 \frac{1}{2}$ moitié de la ſomme de tous les termes, donnent $\frac{369203}{1250}$ ou $295 \frac{2}{9}$ environ pour la compenſation totale qu'a faite la chaleur envoyée par Saturne à ce Satellite pendant cette première période de 4541 ans $\frac{1}{2}$. Et comme la perte totale de la chaleur propre eſt à la compenſation totale en même raiſon que le temps de la période eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura $25 : 295 \frac{2}{9} :: 4541 \frac{1}{2} : 53630$ environ. Ainſi le temps dont la chaleur de Saturne a prolongé le refroidiſſement de ce Satellite, pour cette premiere période, a été de 53630 ans, tandis que la chaleur du Soleil, pendant le même temps, ne l'a prolongé que de 191 jours. D'où l'on voit, en ajoutant ces temps à celui de la période, qui eſt de 4541 ans $\frac{1}{2}$, que c'a été dans l'année 58173 de la formation des planètes, c'eſt-à-dire, il y a 16659 ans que ce ſecond Satellite de Saturne, jouiſſoit de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Saturne à ce Satellite, a été égale à ſa chaleur propre, s'eſt trouvé preſque immédiatement après l'incandeſcence, c'eſt-à-dire, à $\frac{74}{1175 \frac{2}{3}}$ du premier terme de l'écoulement du temps de cette première période, qui multipliés par $181 \frac{33}{50}$, nombre des années de chaque terme de cette période de 4541 ans $\frac{1}{2}$, donnent 7 ans $\frac{5}{6}$ environ. Ainſi c'a été dès l'année 8 de la formation des planètes, que

la chaleur envoyée par Saturne à ſon ſecond Satellite, s'eſt trouvée égale à la chaleur propre de ce même Satellite.

Dès-lors on voit que la chaleur propre de ce Satellite a été au-deſſous de celle que lui envoyoit Saturne, dès le temps le plus voiſin de l'incandeſcence, & que dans le premier moment de l'incandeſcence, Saturne ayant envoyé à ce Satellite une chaleur 106 mille 104 fois plus grande que celle du Soleil, il lui envoyoit encore à la fin de la première période de 4541 ans $\frac{1}{2}$, une chaleur 102 mille 382 $\frac{1}{5}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit diminué que de 25 à 24 $\frac{8}{65}$, & au bout d'une ſeconde période de 4541 ans $\frac{1}{2}$, après la déperdition de la chaleur propre de ce Satellite, juſqu'au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre, Saturne envoyoit encore à ce Satellite une chaleur 98 mille 660 $\frac{2}{5}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit encore diminué que de 24 $\frac{8}{65}$ à 23 $\frac{16}{65}$.

En ſuivant la même marche, on voit que la chaleur de Saturne, qui d'abord étoit 25, & qui décroît conſtamment de $\frac{57}{65}$ par chaque période de 4541 ans $\frac{1}{2}$, diminue par conſéquent ſur ce Satellite de 3721 $\frac{4}{5}$ pendant chacune de ces périodes; en ſorte qu'après 26 $\frac{1}{3}$ périodes environ, cette chaleur envoyée par Saturne à ſon ſecond Satellite, ſera encore à peu-près 4500 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du Soleil.

Mais comme cette chaleur du Soleil sur Saturne & sur ses Satellites est à celle du Soleil sur la Terre : : 1 : 90 à très-peu près, & que la chaleur de la Terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du Soleil; il s'ensuit qu'il faut diviser par 90 cette quantité 4500 pour avoir une chaleur égale à celle que le Soleil envoie sur la Terre; & cette dernière chaleur étant $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre, il est évident qu'au bout de 26 $\frac{1}{3}$ périodes de 4541 ans $\frac{1}{2}$, c'est-à-dire, au bout de 119592 ans $\frac{1}{6}$, la chaleur que Saturne enverra encore à ce Satellite, sera égale à la chaleur actuelle de la Terre, & que ce Satellite n'ayant plus aucune chaleur propre depuis très-long temps, ne laissera pas de jouir alors d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la Terre.

Et comme cette chaleur envoyée par Saturne a prodigieusement prolongé le refroidissement de ce Satellite au point de la température actuelle de la Terre, il le prolongera de même pendant 26 $\frac{1}{3}$ autres périodes, pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe de la Terre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 239185 de la formation des planetes que ce second Satellite de Saturne, sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du Soleil, relativement à la compensation qu'elle a faite à la diminution de la température du Satellite dans les différens temps. Il est certain, qu'à ne considérer que

la déperdition de la chaleur propre du Satellite, cette chaleur du Soleil n'auroit fait compensation dans le temps de l'incandescence que de $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$; & qu'à la fin de la première période, qui est de 4541 ans $\frac{1}{2}$, cette même chaleur du Soleil auroit fait compensation de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, & que dès-lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du Soleil, auroit en effet été de 191 jours; mais la chaleur envoyée par Saturne dans le temps de l'incandescence étant à la chaleur propre du Satellite : : $1175\frac{2}{3}$: 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du Soleil doit être diminuée dans la même raison; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{2425\frac{2}{3}}$ au commencement de cette période, & que cette compensation qui auroit été $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de cette première période, si l'on ne considéroit que la déperdition de la chaleur propre du Satellite, doit être diminuée dans la raison de $1134\frac{17}{40}$ à 50, parce que la chaleur envoyée par Saturne étoit encore plus grande que la chaleur propre du Satellite dans cette même raison. Dès-lors la compensation à la fin de cette première période au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{1184\frac{17}{40}}$. En ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{\frac{4}{361}}{2425\frac{2}{3}}$ & $\frac{\frac{4}{361}}{1184\frac{17}{40}}$ du premier & du dernier temps de cette

première période, on a $\frac{\frac{14440\frac{11}{36}}{361}}{2873020\frac{1}{6}}$ ou $\frac{40}{2873020\frac{1}{6}}$ environ, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$ moitié de la ſomme de tous les termes de la diminution de la chaleur, donnent $\frac{500}{2873020\frac{1}{6}}$ pour la compenſation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette première période. Et comme la diminution totale de la chaleur eſt à la compenſation totale en même raiſon que le temps de la période eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura $25 : \frac{500}{2873020} :: 4541\frac{1}{2} : \frac{227075}{4309530}$ ou $:: 4541\frac{1}{2} : 19$ jours environ; ainſi le prolongement du refroidiſſement, par la chaleur du Soleil, au lieu d'être de 191 jours, n'a réellement été que de 19 jours environ.

Et pour évaluer en totalité la compenſation qu'a faite cette chaleur du Soleil pendant toutes les périodes, on trouve que la compenſation, par la chaleur du Soleil, dans le temps de l'incandeſcence ayant été, comme nous venons de le dire, $\frac{\frac{4}{361}}{2425\frac{2}{3}}$, ſera à la fin de $26\frac{1}{3}$ périodes de 4541 ans $\frac{1}{2}$ chacune de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, puiſque ce n'eſt qu'après ces $26\frac{1}{3}$ périodes que la température du Satellite ſera égale à la température actuelle de la Terre. Ajoutant donc ces deux termes de compenſation $\frac{\frac{4}{361}}{2425\frac{2}{3}}$ & $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ du premier & du dernier temps de ces $26\frac{1}{3}$ périodes, on a $\frac{\frac{9902}{361}}{121282}$ ou $\frac{27\frac{155}{361}}{121282}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$ moitié de la

ſomme de tous les termes de la diminution de la chaleur pendant toutes ces périodes, donnent $\frac{342\frac{313}{361}}{121282}$ pour la compenſation totale par la chaleur du Soleil, pendant les 26 $\frac{1}{3}$ périodes de 4541 ans $\frac{1}{2}$ chacune. Et comme la diminution totale de la chaleur eſt à la compenſation totale en même raiſon que le temps de la période eſt à celui du prolongement du refroidiſſement, on aura 25 : $\frac{342\frac{313}{361}}{121282}$: : 119592 $\frac{5}{6}$: 13 $\frac{13}{25}$ environ. Ainſi le prolongement total que fera la chaleur du Soleil ne ſera que de 13 ans $\frac{13}{25}$, qu'il faut ajouter aux 119592 ans $\frac{5}{6}$; d'où l'on voit que ce ne ſera que dans l'année 119607 de la formation des planètes que ce Satellite jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre, & qu'il faudra le double du temps, c'eſt-à-dire, que ce ne ſera que dans l'année 239214 de la formation des planètes que ſa température ſera refroidie à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Faiſant les mêmes raiſonnemens pour le troiſième Satellite de Saturne, que nous avons ſuppoſé grand comme Mars, & qui eſt éloigné de Saturne de 120 mille lieues, nous verrons que ce Satellite auroit dû ſe conſolider juſqu'au centre en 277 ans $\frac{19}{20}$, parce que n'étant que $\frac{13}{25}$ du diamètre de la Terre, il ſe feroit refroidi juſqu'au centre en 1510 ans $\frac{3}{5}$ s'il étoit de même denſité; mais la denſité de la Terre étant à celle de ce Satellite : : 1000 : 184; il s'enſuit qu'on doit diminuer le temps de ſa conſolidation dans la même

raiſon, ce qui donne 277 ans $\frac{12}{20}$ environ. Il en eſt de même du temps du refroidiſſement au point de pouvoir ſans ſe brûler, toucher la ſurface du Satellite; on trouvera par les mêmes règles de proportion, qu'il s'eſt refroidi à ce point en 3244 $\frac{20}{31}$, & enſuite qu'il s'eſt refroidi au point de la température actuelle de la Terre en 7083 ans $\frac{11}{15}$ environ. Or, l'action de la chaleur du Soleil étant en raiſon inverſe du quarré de la diſtance, la compenſation étoit au commencement de cette première période, dans le temps de l'incandeſcence $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ & $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de cette même période de 7083 ans $\frac{11}{15}$. Ajoutant ces deux termes de compenſation du premier & du dernier temps de cette période, on a $\frac{\frac{104}{361}}{1250}$, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$ moitié de la ſomme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{1300}{361}}{1250}$ ou $\frac{3\frac{217}{361}}{1250}$ pour la compenſation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette première période de 7083 ans $\frac{11}{15}$. Et comme la perte totale de la chaleur propre eſt à la compenſation totale en même raiſon que le temps de la période eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura 25 : $\frac{3\frac{217}{361}}{1250}$: : 7083 ans $\frac{11}{15}$: 296 jours. Ainſi le prolongement du refroidiſſement de ce Satellite, par la chaleur du Soleil, n'a été que de 296 jours pendant cette première période de 7083 ans $\frac{11}{15}$.

Mais la chaleur de Saturne qui, dans le temps de l'incandeſcence,

l'incandeſcence, étoit 25, avoit diminué au bout de la période de 7083 ans $\frac{11}{13}$ de 25 à 23 $\frac{41}{63}$; & comme ce Satellite eſt éloigné de Saturne de 120 mille lieues, & qu'il eſt diſtant du Soleil de 313 millions 500 mille lieues; il en réſulte que la chaleur envoyée par Saturne à ce Satellite, auroit été comme le quarré de 313500000 eſt au quarré de 120000, ſi la ſurface que préſente Saturne à ce Satellite étoit égale à la ſurface que lui préſente le Soleil; mais la ſurface de Saturne, n'étant dans le réel que $\frac{90\frac{1}{4}}{11449}$ de celle du Soleil, paroît néanmoins à ce Satellite plus grande que celle de cet aſtre dans le rapport inverſe du quarré des diſtances; on aura donc $(120000)^2 : (313500000)^2 :: \frac{90\frac{1}{4}}{11449} : 53801$ environ. Donc la ſurface que Saturne préſente à ce Satellite eſt 53801 fois plus grande que celle que lui préſente le Soleil; ainſi Saturne dans le temps de l'incandeſcence, étoit pour ce Satellite un aſtre de feu 53801 fois plus grand que le Soleil. Mais nous avons vu que la compenſation faite par la chaleur du Soleil, à la perte de la chaleur propre de ce Satellite, étoit $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, lorſqu'au bout de 7083 ans $\frac{2}{3}$, il ſe ſeroit, comme Mars, refroidi à la température actuelle de la Terre, & que dans le temps de l'incandeſcence cette compenſation, par la chaleur du Soleil, n'étoit que de $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, on aura donc 53801, multipliés par $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ ou $\frac{596\frac{48}{361}}{1250}$ pour

la compenſation qu'a faite la chaleur de Saturne au commencement de cette période, dans le temps de l'incandeſcence, & $\frac{596\frac{48}{351}}{50}$ pour la compenſation à la fin de cette même période, ſi Saturne eût conſervé ſon état d'incandeſcence; mais comme ſa chaleur propre a diminué de 25 à 23 $\frac{41}{65}$ environ, pendant cette période de 7083 ans $\frac{2}{3}$, la compenſation à la fin de cette période au lieu d'être $\frac{596\frac{48}{351}}{50}$, n'a été que de $\frac{563\frac{1}{2}}{50}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{563\frac{1}{2}}{50}$ & $\frac{596\frac{48}{351}}{1250}$ du premier & du dernier *temps de cette période, on aura* $\frac{14683\frac{57}{90}}{1250}$ environ, leſquels multipliés par 12 $\frac{1}{2}$ moitié de la ſomme de tous les termes, donnent $\frac{183545}{1250}$ environ, ou 146 $\frac{5}{6}$ pour la compenſation totale qu'a faite la chaleur de Saturne ſur ce troiſième Satellite pendant cette première période de 7083 ans $\frac{11}{15}$. Et comme la perte totale de la chaleur propre eſt à la compenſation totale en même raiſon que le temps de la période eſt à celui du prolongement du refroidiſſement, on aura 25 : 146 $\frac{5}{6}$: : 7083 $\frac{2}{3}$: 41557 $\frac{1}{2}$ environ. Ainſi le temps dont la chaleur de Saurne a prolongé le refroidiſſement de ſon troiſième Satellite pendant cette période de 7083 ans $\frac{2}{3}$, a été de 41557 ans $\frac{1}{2}$, tandis que la chaleur du Soleil ne l'a prolongé pendant ce même temps que de 296 jours. Ajoutant ces deux temps à celui de la période de 7083 ans $\frac{2}{3}$, on voit que ce ſeroit dans l'année 48643 de la formation des planètes, c'eſt-à-dire, il y a 26189 ans

que ce troisième Satellite de Saturne auroit joui de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Saturne à ce Satellite a été égale à sa chaleur propre, s'est trouvé au 2 $\frac{1}{11}$ terme environ de l'écoulement du temps de cette première période, lequel multiplié par 283 $\frac{1}{3}$, nombre des années de chaque terme de la période de 7083 $\frac{2}{3}$, donne 630 ans $\frac{1}{3}$ environ; ainsi c'a été dès l'année 631 de la formation des planètes, que la chaleur envoyée par Saturne à son troisième Satellite, s'est trouvée égale à la chaleur propre de ce même Satellite.

Dès-lors on voit que la chaleur propre de ce Satellite a été au-dessous de celle que lui envoyoit Saturne dès l'année 631 de la formation des planètes; & que Saturne ayant envoyé à ce Satellite une chaleur 53801 fois plus grande que celle du Soleil, il lui envoyoit encore à la fin de la première période de 7083 ans $\frac{2}{3}$, une chaleur 50854 $\frac{9}{25}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit diminué que de 25 à 23 $\frac{41}{65}$ environ. Et au bout d'une seconde période de 7083 ans $\frac{2}{3}$, après la déperdition de la chaleur propre de ce Satellite, jusqu'au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre; Saturne envoyoit encore à ce Satellite une chaleur 47907 $\frac{19}{25}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit encore diminué que de 23 $\frac{41}{65}$ à 22 $\frac{17}{65}$.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Saturne qui d'abord étoit 25, & qui décroît constamment

de 1 $\frac{24}{65}$ par chaque période de 7083 ans $\frac{2}{3}$, diminue par conséquent sur ce Satellite de 2946 $\frac{3}{5}$ pendant chacune de ces périodes, en sorte qu'après 15 $\frac{3}{4}$ périodes environ, cette chaleur envoyée par Saturne à son troisième Satellite, sera encore 4500 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du Soleil.

Mais comme cette chaleur du Soleil sur Saturne & sur ses Satellites est à celle du Soleil sur la Terre : : 1 : 90 à très-peu près, & que la chaleur de la Terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du Soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 90 cette quantité de chaleur 4500 pour avoir une chaleur égale à celle que le Soleil envoie sur la Terre; & cette dernière chaleur étant $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre, il est évident qu'au bout de 15 $\frac{3}{4}$ périodes de 7083 ans $\frac{2}{3}$, c'est-à-dire, au bout de 111567 ans, la chaleur que Saturne enverra encore à ce Satellite, sera égale à la chaleur actuelle de la Terre, & que ce Satellite n'ayant plus aucune chaleur propre depuis très-long temps, ne laissera pas de jouir alors d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la Terre.

Et comme cette chaleur envoyée par Saturne, a très-considérablement prolongé le refroidissement de ce Satellite au point de la température actuelle de la Terre, il le prolongera de même pendant 15 $\frac{3}{4}$ autres périodes, pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe de la Terre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 223134 de la formation des

planètes que ce troiſième Satellite de Saturne, ſera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Il en eſt de même de l'eſtimation de la chaleur du Soleil, relativement à la compenſation qu'elle a faite à la diminution de la température du Satellite dans les différens temps. Il eſt certain qu'à ne conſidérer que la déperdition de la chaleur propre du Satellite, cette chaleur du Soleil n'auroit fait compenſation dans le temps de l'incandeſcence que de $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, & qu'à la fin de la première période qui eſt de 7083 ans $\frac{2}{3}$, cette même chaleur du Soleil auroit fait une compenſation de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$; & que dès-lors le prolongement du refroidiſſement, par l'acceſſion de cette chaleur du Soleil, auroit en effet été de 296 jours. Mais la chaleur envoyée par Saturne dans le temps de l'incandeſcence étant à la chaleur propre du Satellite : : 596 $\frac{48}{361}$: 1250, il s'enſuit que la compenſation faite par la chaleur du Soleil, doit être diminuée dans la même raiſon; en ſorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{1846\frac{48}{361}}$ au commencement de cette période, & que cette compenſation qui auroit été $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de cette période, ſi l'on ne conſidéroit que la déperdition de la chaleur propre du Satellite, doit être diminuée dans la raiſon de 563 $\frac{1}{2}$ à 50, parce que la chaleur envoyée par Saturne, étoit encore plus grande

que la chaleur propre de ce Satellite dans cette même raiſon. Dès-lors la compenſation à la fin de cette première période au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{613\frac{1}{2}}$. En ajoutant ces deux termes de compenſation $\frac{\frac{4}{361}}{1846\frac{48}{361}}$ & $\frac{\frac{4}{361}}{613\frac{1}{2}}$ du premier & du dernier temps de cette première période, on a $\frac{\frac{9838}{361}}{1132602}$ ou $\frac{27\frac{1}{4}}{1132602}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$ moitié de la ſomme de tous les termes, donnent $\frac{340\frac{5}{8}}{1132602}$ pour la compenſation totale qu'a pu faire la chaleur du Soleil pendant cette première période. Et comme la diminution totale de la chaleur eſt à la compenſation totale en même raiſon que le temps de la période eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura $25 : \frac{340\frac{5}{8}}{1132602} :: 7083\frac{2}{3} : \frac{2412878\frac{1}{3}}{28315050}$, ou $:: 7083\frac{2}{3}$ ans : 31 jours environ. Ainſi le prolongement du refroidiſſement, par la chaleur du Soleil, au lieu d'avoir été de 296 jours, n'a réellement été que de 31 jours.

Et pour évaluer en totalité la compenſation qu'a faite cette chaleur du Soleil pendant toutes ces périodes, on trouvera que la compenſation, par la chaleur du Soleil, dans le temps de l'incandeſcence, ayant été, comme nous venons de le dire, $\frac{\frac{4}{361}}{1846\frac{48}{361}}$, ſera à la fin de $15\frac{3}{4}$

périodes de 7083 ans $\frac{2}{3}$ chacune, de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, puiſque ce n'eſt qu'après ces 15 $\frac{3}{4}$ périodes, que la température du Satellite ſera égale à la température actuelle de la Terre. Ajoutant donc ces deux termes de compenſation $\frac{\frac{4}{361}}{1846\frac{43}{361}}$ & $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ du premier & du dernier temps de ces 15 $\frac{3}{4}$ périodes, on a $\frac{\frac{7584\frac{5}{9}}{361}}{92306\frac{3}{5}}$ ou $\frac{21\frac{3}{324}}{92306\frac{3}{5}}$, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$ moitié de la ſomme de tous les termes de la diminution de la chaleur pendant les 15 $\frac{3}{4}$ périodes de 7083 ans $\frac{2}{3}$ chacune, donnent $\frac{262\frac{5}{8}}{92306\frac{3}{5}}$ pour la compenſation totale qu'a faite la chaleur du Soleil. Et comme la diminution totale de la chaleur eſt à la compenſation totale en même raiſon que le temps total des périodes eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura 25 : $\frac{262\frac{5}{8}}{92306\frac{3}{5}}$: : 111567 ans : 12 ans 254 jours. Ainſi le prolongement total que fera la chaleur du Soleil pendant toutes ces périodes, ne ſera que de 12 ans 254 jours qu'il faut ajouter aux 111567 ans; d'où l'on voit que ce ne ſera que dans l'année 111580 de la formation des planètes, que ce Satellite jouira réellement de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre, & qu'il faudra le double de ce temps, c'eſt-à-dire, que ce ne ſera que dans l'année 223160 de la formation des planètes que ſa température pourra être refroidie à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Faisant les mêmes raisonnemens pour le quatrième Satellite de Saturne, que nous avons supposé grand comme la Terre, on verra qu'il auroit dû se consolider jusqu'au centre en 534 ans $\frac{13}{25}$, parce que ce Satellite étant égal au globe terrestre, il se seroit consolidé jusqu'au centre en 2905 ans, s'il étoit de même densité, mais la densité de la Terre étant à celle de ce Satellite : : 1000 : 184; il s'ensuit qu'on doit diminuer le temps de la consolidation dans la même raison, ce qui donne 534 ans $\frac{13}{25}$. Il en est de même du temps du refroidissement au point de toucher, sans se brûler, la surface du Satellite; on trouvera par les mêmes règles de proportion, qu'il s'est refroidi à ce point en 6239 ans $\frac{9}{16}$, & ensuite qu'il s'est refroidi à la température actuelle de la Terre en 13624 $\frac{2}{3}$. Or l'action de la chaleur du Soleil étant en raison inverse du quarré des distances, la compensation étoit au commencement de cette première période, dans le temps de l'incandescence, $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ & $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de cette même période de 13624 $\frac{2}{3}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ & $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ du premier & du dernier temps de cette période, on a $\frac{\frac{104}{361}}{1250}$, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$ moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{1300}{361}}{1250}$ ou $\frac{3\frac{217}{361}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette période de 13624 ans $\frac{2}{3}$. Et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison

raiſon que le temps de la période eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura $25 : \frac{3\frac{217}{361}}{1250} :: 13624 \frac{2}{5} : 1 \frac{14}{25}$ environ. Ainſi le prolongement du refroidiſſement de ce Satellite, par la chaleur du Soleil, n'a été que de 1 an $\frac{14}{25}$ pendant cette première période de 13624 ans $\frac{2}{5}$.

Mais la chaleur de Saturne, qui dans le temps de l'incandeſcence étoit vingt-cinq fois plus grande que la chaleur de la température actuelle de la Terre, n'avoit encore diminué au bout de cette période de 13624 $\frac{2}{5}$ que de 25 à 22 $\frac{10}{65}$ environ. Et comme ce Satellite eſt à 278 mille lieues de diſtance de Saturne, & à 313 millions 500 mille lieues de diſtance du Soleil, la chaleur envoyée par Saturne, dans le temps de l'incandeſcence, auroit été en raiſon du quarré de 313500000, eſt au quarré de 278000, ſi la ſurface que préſente Saturne à ſon quatrième Satellite, étoit égale à la ſurface que lui préſente le Soleil; mais la ſurface de Saturne, n'étant dans le réel que $\frac{90\frac{1}{4}}{11449}$ de celle du Soleil, paroît néanmoins à ce Satellite plus grande que celle de cet aſtre, dans la raiſon inverſe du quarré des diſtances; ainſi l'on aura $(278000)^2 : (313500000)^2 :: \frac{90\frac{1}{4}}{11449} : 10024 \frac{1}{2}$ environ. Donc la ſurface que préſente Saturne à ce Satellite eſt 10024 $\frac{1}{2}$ fois plus grande que celle que lui préſente le Soleil. Mais nous avons vu que la compenſation faite par la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre de ce Satellite, n'étoit que $\frac{\frac{1}{361}}{50}$,

lorſqu'au bout de 13624 ans $\frac{1}{2}$ il ſe ſeroit refroidi comme la Terre au point de la température actuelle, & que dans le temps de l'incandeſcence cette compenſation, par la chaleur du Soleil, n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$; on aura donc 10024 $\frac{1}{2}$, multipliés par $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ ou $\frac{111\frac{27}{361}}{1250}$ pour la compenſation qu'a faite la chaleur de Saturne au commencement de cette période, dans le temps de l'incandeſcence, & $\frac{111\frac{27}{361}}{50}$ pour la compenſation que la chaleur de Saturne auroit faite à la fin de cette même période, s'il eût conſervé ſon état d'incandeſcence; mais comme la chaleur propre de Saturne a diminué de 25 à 22 $\frac{19}{63}$ environ pendant cette période de 13624 ans $\frac{2}{3}$, la compenſation à la fin de cette période, au lieu d'être $\frac{111\frac{27}{361}}{50}$, n'a été que de $\frac{99\frac{1}{25}}{50}$ environ. Ajoutant ces deux termes $\frac{99\frac{1}{25}}{50}$ & $\frac{111\frac{27}{361}}{1250}$ de la compenſation du premier & du dernier temps de cette période, on aura $\frac{2587\frac{27}{361}}{1250}$ environ, leſquels multipliés par 12 $\frac{1}{2}$ moitié de la ſomme de tous les termes, donnent $\frac{32531}{1250}$ ou 26 $\frac{1}{50}$ environ pour la compenſation totale qu'a faite la chaleur de Saturne ſur ſon quatrième Satellite, pendant cette première période de 13624 ans $\frac{2}{3}$. Et comme la perte totale de la chaleur propre eſt à la compenſation totale en même raiſon que le temps de la période eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura 25 : 26 $\frac{1}{50}$ :: 13624 $\frac{2}{3}$: 14180 $\frac{9}{50}$. Ainſi le temps dont la chaleur

de Saturne a prolongé le refroidissement de ce Satellite, a été de 14180 ans $\frac{19}{50}$ environ pour cette première période, tandis que le prolongement de son refroidissement, par la chaleur du Soleil, n'a été que de 1 an $\frac{14}{25}$. Ajoutant à ces deux temps celui de la période, on voit que ce seroit dans l'année 27807 de la formation des planètes, c'est-à-dire, il y a 47025 ans, que ce quatrième Satellite auroit joui de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Saturne à ce quatrième Satellite, a été égale à sa chaleur propre, s'est trouvé au 11 $\frac{1}{4}$ terme environ de cette première période, qui multiplié par 545 nombre des années de chaque terme de cette période, donne 6131 ans $\frac{1}{4}$; en sorte que c'a été dans l'année 6132 de la formation des planètes que la chaleur envoyée par Saturne à son quatrième Satellite, s'est trouvée égale à la chaleur propre de ce Satellite.

Dès-lors on voit que la chaleur propre de ce Satellite a été au-dessous de celle que lui envoyoit Saturne dans l'année 6132 de la formation des planètes, & que Saturne ayant envoyé à ce Satellite une chaleur 10024 $\frac{1}{2}$ fois plus grande que celle du Soleil, il lui envoyoit encore à la fin de la première période de 13624 ans $\frac{2}{3}$, une chaleur 8938 $\frac{19}{25}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur de Saturne n'avoit diminué que de 25 à 22 $\frac{39}{65}$ pendant cette première période. Et au bout d'une seconde période de 13624 ans $\frac{2}{3}$, après la

déperdition de la chaleur propre de ce Satellite, jusqu'au point extrème de $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre, Saturne envoyoit encore à ce Satellite une chaleur 7853 $\frac{1}{25}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit encore diminué que de 22 $\frac{19}{65}$ à 20 $\frac{48}{65}$.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Saturne, qui d'abord étoit 25, & qui décroît constamment de 2 $\frac{46}{65}$ par chaque période de 13624 ans $\frac{2}{3}$, diminue par conséquent sur son Satellite de 1085 $\frac{18}{25}$ pendant chacune de ces périodes; en sorte qu'après quatre périodes environ, cette chaleur envoyée par Saturne à son quatrième Satellite, sera encore 4500 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du Soleil.

Mais comme cette chaleur du Soleil sur Saturne & sur ses Satellites, est à celle du Soleil sur la Terre, : : 1 : 90 à très-peu près, & que la chaleur de la Terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du Soleil; il s'ensuit qu'il faut diviser par 90 cette quantité de chaleur 4500 pour avoir une chaleur égale à celle que le Soleil envoie sur la Terre. Et cette dernière chaleur étant $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre, il est évident qu'au bout de quatre périodes de 13624 ans $\frac{2}{3}$ chacune, c'est-à-dire, au bout de 54498 ans $\frac{2}{3}$, la chaleur que Saturne a envoyée à son quatrième Satellite, étoit égale à la chaleur actuelle de la Terre; & que ce Satellite n'ayant plus aucune chaleur propre depuis

long-temps, n'a pas laiſſé de jouir alors d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la Terre.

Et comme cette chaleur envoyée par Saturne, a conſidérablement prolongé le refroidiſſement de ce Satellite au point de la température actuelle de la Terre, il le prolongera de même pendant quatre autres périodes, pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe terreſtre; en ſorte que ce ne ſera que dans l'année 108997 de la formation des planètes, que ce quatrième Satellite de Saturne ſera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Il en eſt de même de l'eſtimation de la chaleur du Soleil, relativement à la compenſation qu'elle a faite à la diminution de la température du Satellite dans les différens temps; il eſt certain qu'à ne conſidérer que la déperdition de la chaleur propre du Satellite, cette chaleur du Soleil n'auroit fait compenſation, dans le temps de l'incandeſcence, que de $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, & qu'à la fin de la première période, qui eſt de 13624 ans $\frac{2}{3}$, cette même chaleur du Soleil auroit fait une compenſation de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$; & que dès-lors le prolongement du refroidiſſement, par l'acceſſion de cette chaleur du Soleil, auroit en effet été de 1 an 204 jours; mais la chaleur envoyée par Saturne, dans le temps de l'incandeſcence, étant à la chaleur propre du Satellite : : 111 $\frac{27}{361}$: 1250, il s'enſuit que la compenſation faite par la chaleur du Soleil, doit être diminuée dans la même raiſon, en ſorte qu'au lieu

d'être $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{1361\frac{27}{361}}$ au commencement de cette période; & que cette compenſation qui auroit été $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de cette première période, ſi l'on ne conſidéroit que la déperdition de la chaleur propre du Satellite, doit être diminuée dans la raiſon de $99\frac{1}{5}$ à 50, parce que la chaleur envoyée par Saturne, étoit encore plus grande que la chaleur propre du Satellite dans cette même raiſon. Dès-lors la compenſation à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{149\frac{1}{5}}$.

En ajoutant ces deux termes de compenſation $\frac{\frac{4}{361}}{1361\frac{27}{361}}$ & $\frac{\frac{4}{361}}{149\frac{1}{5}}$ du premier & du dernier temps de cette première période, on a $\frac{\frac{6014\frac{1}{14}}{361}}{203072\frac{4}{11}}$ ou $\frac{16\frac{238}{361}}{203072\frac{4}{11}}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$ moitié de la ſomme de tous les termes, donnent $\frac{208\frac{7}{30}}{203072\frac{4}{11}}$ pour la compenſation totale qu'a pu faire la chaleur du Soleil pendant cette première période; & comme la diminution totale de la chaleur eſt à la compenſation totale en même raiſon que le temps de la période eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura $25 : \frac{203072\frac{4}{11}}{208\frac{7}{30}} :: 13624\frac{2}{3} : \frac{2837109\frac{5}{6}}{5076809}$, ou :: 13624 ans $\frac{2}{3}$ · 204 jours environ. Ainſi le prolongement du refroidiſſement de ce Satellite, par la chaleur du Soleil,

au lieu d'avoir été de 1 an 204 jours, n'a réellement été que de 204 jours.

Et pour évaluer en totalité la compenſation qu'a faite la chaleur du Soleil pendant toutes ces périodes, on trouvera que la compenſation, dans le temps de l'incandeſcence, ayant été $\frac{\frac{4}{361}}{1361\frac{27}{361}}$, ſera à la fin de quatre périodes $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, puiſque ce n'eſt qu'après ces quatre périodes que la température de ce Satellite ſera égale à la température actuelle de la Terre. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{4}{361}}{1361\frac{27}{361}}$ & $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ du premier & du dernier temps de ces quatre périodes, on a $\frac{\frac{5644\frac{3}{11}}{361}}{68053\frac{4}{9}}$ ou $\frac{15\frac{229}{361}}{68053\frac{4}{9}}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$ moitié de la ſomme de tous les termes, donnent $\frac{195\frac{5}{6}}{68053\frac{4}{9}}$ pour la compenſation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant les quatre périodes de 13624 ans $\frac{2}{3}$ chacune. Et comme la diminution totale de la chaleur eſt à la compenſation en même raiſon que le temps total de ces périodes eſt à celui du prolongement du refroidiſſement, on aura $25 : \frac{195\frac{5}{6}}{68053\frac{4}{9}} :: 54498$ ans $\frac{2}{3}$: 6 ans 87 jours. Ainſi le prolongement total que fera la chaleur du Soleil ſur ce Satellite, ne ſera que de 6 ans 87 jours, qu'il faut ajouter aux 54498 ans $\frac{2}{3}$; d'où l'on voit que c'a été dans l'année 54505 de la formation des planètes, que ce Satellite a joui de la même

température dont jouit aujourd'hui la Terre, & qu'il faudra le double de ce temps, c'est-à-dire que ce ne sera que dans l'année 109010 de la formation des planètes que sa température sera refroidie à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Enfin faisant le même raisonnement pour le cinquième Satellite de Saturne, que nous supposerons encore grand comme la Terre, on verra qu'il auroit dû se consolider jusqu'au centre en 534 ans $\frac{13}{25}$, se refroidir au point d'en toucher la surface, sans se brûler, en 6239 ans $\frac{9}{16}$, & au point de la température actuelle de la Terre en 13624 ans $\frac{2}{3}$; & l'on trouvera de même que le prolongement du refroidissement de ce Satellite, par la chaleur du Soleil, n'a été que de 1 an 204 jours pour la première période de 13624 ans $\frac{2}{3}$.

Mais la chaleur de Saturne qui, dans le temps de l'incandescence, étoit 25 fois plus grande que la chaleur actuelle de la Terre, n'avoit encore diminué au bout de cette période de 13624 $\frac{2}{3}$ que de 25 à 22 $\frac{19}{65}$. Et comme ce Satellite est à 808 mille lieues de Saturne, & à 313 millions 500 mille lieues de distance du Soleil, la chaleur envoyée par Saturne, dans le temps de l'incandescence, à ce Satellite, auroit été en raison du quarré de 313500000 au quarré de 808000, si la surface que présente Saturne à son cinquième Satellite, étoit égale à la surface que lui présente le Soleil, mais la surface de Saturne n'étant dans le réel que

$\frac{90\frac{1}{4}}{11449}$

$\frac{90\frac{1}{4}}{11449}$ de celle du Soleil, paroît néanmoins plus grande à ce Satellite que celle de cet aſtre dans la raiſon inverſe du quarré des diſtances. Ainſi l'on aura $(808000)^2 : (313500000)^2 :: \frac{90\frac{1}{4}}{11449} : 1186\frac{2}{3}$. Donc la ſurface que Saturne préſente à ce Satellite eſt $1186\frac{2}{3}$ fois plus grande que celle que lui préſente le Soleil. Mais nous avons vu que la compenſation faite par la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre de ce Satellite, n'étoit que $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, lorſqu'au bout de 13624 ans $\frac{2}{3}$ il ſe ſeroit refroidi comme la Terre, au point de la température actuelle, & que dans le temps de l'incandeſcence, la compenſa-tion, par la chaleur du Soleil, n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$; on aura donc $1186\frac{2}{3}$, multipliés par $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ ou $\frac{13\frac{53}{361}}{1250}$ pour la compenſation dans le temps de l'incandeſcence, & $\frac{13\frac{53}{361}}{50}$ pour la compenſation à la fin de cette première période, ſi Saturne eût conſervé ſon état d'incandeſcence; mais comme ſa chaleur propre a diminué de 25 à $23\frac{19}{65}$ pendant cette période de $13624\frac{2}{3}$, la compenſation à la fin de la période, au lieu d'être $\frac{13\frac{53}{361}}{50}$, n'a été que de $\frac{11\frac{37}{50}}{50}$ environ. Ajoutant ces deux termes $\frac{11\frac{37}{50}}{50}$ & $\frac{13\frac{53}{361}}{1250}$ du premier & du dernier temps de cette période, on aura $\frac{305\frac{417}{722}}{1250}$, leſquels étant multipliés par $12\frac{1}{2}$ moitié de la ſomme de tous les termes, donnent $\frac{3832\frac{16}{45}}{1250}$ ou $3\frac{82\frac{1}{3}}{1250}$

pour la compenſation totale qu'a faite la chaleur de Saturne pendant cette première période. Et comme la perte de la chaleur propre eſt à la compenſation en même raiſon que le temps de la période eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura 25 : $3 \frac{82 \frac{1}{3}}{1250}$: : 13624 $\frac{2}{3}$: 1670 $\frac{43}{50}$. Ainſi le temps dont la chaleur de Saturne a prolongé le refroidiſſement de ce Satellite pendant cette première période de 13624 $\frac{2}{3}$, a été de 1670 ans $\frac{43}{50}$, tandis que le prolongement du refroidiſſement, par la chaleur du Soleil, n'a été que de 1 an 204 jours. Ajoutant ces deux temps du prolongement du refroidiſſement au temps de la période, qui eſt de 13624 ans $\frac{2}{3}$, on aura 15297 ans 30 jours environ; d'où l'on voit que ce ſeroit dans l'année 15298 de la formation des planètes, c'eſt-à-dire, il y a 59534 ans, que ce cinquième Satellite de Saturne auroit joui de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre.

Dans le commencement de la ſeconde période de 13624 ans $\frac{2}{3}$, la chaleur de Saturne a fait compenſation de $\frac{11 \frac{37}{50}}{50}$, & auroit fait à la fin de cette même période, une compenſation de $\frac{293 \frac{1}{2}}{50}$, ſi Saturne eût conſervé ſon même état de chaleur, mais comme ſa chaleur propre a diminué pendant cette ſeconde période de 22 $\frac{19}{65}$ à 20 $\frac{48}{65}$, cette compenſation au lieu d'être $\frac{293 \frac{1}{2}}{50}$, n'eſt que de $\frac{273 \frac{3}{89}}{50}$ environ. Ajoutant ces deux termes $\frac{11 \frac{37}{50}}{50}$ & $\frac{273 \frac{3}{89}}{50}$ du premier & du dernier temps de cette ſeconde période,

on aura $\frac{284\frac{3}{4}}{50}$ à très-peu près, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$ moitié de la ſomme de tous les termes, donnent $\frac{3559}{50}$ ou 71 $\frac{9}{50}$ pour la compenſation totale qu'a faite la chaleur de Saturne pendant cette ſeconde période. Et comme la perte totale de la chaleur propre eſt à la compenſation totale en même raiſon que le temps de la période eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura 25 : 71 $\frac{9}{50}$: : 13624$\frac{2}{3}$: 38792$\frac{19}{100}$. Ainſi le prolongement du temps pour le refroidiſſement de ce Satellite, par la chaleur de Saturne, ayant été de 1670 ans $\frac{43}{50}$ pour la première période, a été de 38792 ans $\frac{19}{100}$ pour la ſeconde.

Le moment où la chaleur envoyée par Saturne, s'eſt trouvée égale à la chaleur propre de ce Satellite, eſt au 4 $\frac{15}{58}$ terme à très-peu près de l'écoulement du temps dans cette ſeconde période, qui multiplié par 545, nombre des années de chaque terme de ces périodes, donnent 2320 ans 346 jours, leſquels étant ajoutés aux 13624 ans 243 jours de la première période, donnent 15945 ans 224 jours. Ainſi c'a été dans l'année 15946 de la formation des planètes, que la chaleur envoyée par Saturne à ce Satellite, s'eſt trouvée égale à ſa chaleur propre.

Dès-lors on voit que la chaleur propre de ce Satellite a été au-deſſous de celle que lui envoyoit Saturne dans l'année 15946 de la formation des planètes, & que Saturne ayant envoyé à ce Satellite, dans le temps de l'incandeſcence, une chaleur 1186 $\frac{2}{3}$ fois plus grande

que celle du Soleil, il lui envoyoit encore à la fin de la première période de 13624 ans $\frac{2}{3}$, une chaleur 1058 $\frac{21}{75}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur de Saturne n'avoit diminué que de 25 à 22 $\frac{19}{65}$ pendant cette première période; & au bout d'une seconde période de 13624 ans $\frac{2}{3}$, après la déperdition de la chaleur propre de ce Satellite, jusqu'à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre, Saturne envoyoit encore à ce Satellite une chaleur 929 $\frac{13}{15}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit encore diminué que de 22 $\frac{19}{65}$ à 20 $\frac{48}{65}$.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Saturne, qui d'abord étoit 25, & qui décroît constamment de 2 $\frac{46}{65}$ par chaque période de 13624 ans $\frac{2}{3}$, diminue par conséquent sur ce Satellite de 128 $\frac{29}{75}$ pendant chacune de ces périodes.

Mais comme cette chaleur du Soleil sur Saturne & sur ses Satellites est à celle du Soleil sur la Terre : : 1 : 90 à très-peu près, & que la chaleur de la Terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du Soleil; il s'ensuit que jamais Saturne n'a envoyé à ce Satellite une chaleur égale à celle du globe de la Terre, puisque dans le temps même de l'incandescence, cette chaleur envoyée par Saturne n'étoit que 1186 $\frac{2}{3}$ fois plus grande que celle du Soleil sur Saturne, c'est-à-dire, $\frac{1186\frac{2}{3}}{90}$ ou 13 $\frac{17}{90}$ fois plus grande que celle de la chaleur du Soleil sur la Terre, ce qui ne fait que $\frac{13\frac{17}{90}}{50}$ de la chaleur actuelle

du globe de la Terre; & c'est par cette raison qu'on doit s'en tenir à l'évaluation telle que nous l'avons faite ci-dessus dans la première & la seconde période du refroidissement de ce Satellite.

Mais l'évaluation de la compensation faite par la chaleur du Soleil doit être faite comme celle des autres Satellites, parce qu'elle dépend encore beaucoup de celle que la chaleur de Saturne a faite sur ce même Satellite dans les différens temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du Satellite, cette chaleur du Soleil n'auroit fait compensation, dans le temps de l'incandescence, que de $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, & qu'à la fin de cette même période de 13624 ans $\frac{2}{3}$, cette même chaleur du Soleil auroit fait une compensation de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$; & que dès-lors le prolongement du refroidissement, par l'accession de cette chaleur du Soleil, auroit en effet été de 1 an 204 jours, mais la chaleur envoyée par Saturne dans le temps de l'incandescence, étant à la chaleur propre du Satellite : : $13\frac{53}{361}$: 1250; il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du Soleil, doit être diminuée dans la même raison; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, elle n'a été que de $\frac{\frac{4}{361}}{1263\frac{53}{361}}$ au commencement de cette période, & que cette compensation qui auroit été $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de cette première période, si l'on ne considéroit que la déperdition de la chaleur

propre du Satellite, doit être diminuée dans la même raiſon de $11 \frac{37}{50}$ à 50, parce que la chaleur envoyée par Saturne étoit encore plus grande que la chaleur propre du Satellite dans cette même raiſon. Dès-lors la compenſation à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{61 \frac{37}{50}}$; en ajoutant ces deux termes de compenſation $\frac{\frac{4}{361}}{1263 \frac{53}{361}}$ & $\frac{\frac{4}{361}}{61 \frac{37}{50}}$ du premier & du dernier temps de cette première période, on a $\frac{\frac{5299 \frac{6}{11}}{361}}{77987}$ ou $\frac{14 \frac{2}{3}}{77987}$, qui multipliés par $12 \frac{1}{2}$ moitié de la ſomme de tous les termes, donnent $\frac{183 \frac{1}{3}}{77987}$ pour la compenſation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette première période. Et comme la diminution totale de la chaleur eſt à la compenſation totale en même raiſon que le temps de la période eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura $25 : \frac{183 \frac{1}{3}}{77987} :: 13624 \frac{2}{3} : 1$ an 186 jours. Ainſi le prolongement du refroidiſſement de ce Satellite, par la chaleur du Soleil, au lieu d'avoir été de 1 an 204 jours, n'a réellement été que de 1 an 186 jours pendant la première période.

Dans la ſeconde période, la compenſation étant au commencement $\frac{\frac{4}{361}}{61 \frac{37}{50}}$, ſera à la fin de cette même période $\frac{\frac{100}{361}}{60 \frac{1}{4}}$, parce que la chaleur envoyée par Saturne pendant

cette ſeconde période a diminué dans cette même raiſon. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{4}{361}}{61\frac{27}{50}}$ & $\frac{\frac{100}{361}}{60\frac{1}{2}}$, on a $\frac{\frac{6415\frac{2}{3}}{361}}{3715}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$ moitié de la ſomme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{80196}{361}}{3715}$ ou $\frac{222\frac{54}{361}}{3715}$ pour la compenſation totale qu'a pu faire la chaleur du Soleil pendant cette ſeconde période. Et comme la diminution totale de la chaleur eſt à la compenſation totale en même raiſon que le temps de la période eſt au prolongement du refroidiſſement, on aura $25 : \frac{222\frac{54}{361}}{3715} :: 13624\frac{2}{3} : 32$ ans 214 jours. Ainſi le prolongement total que fera la chaleur du Soleil, ſera de 32 ans 214 jours pendant cette ſeconde période; ajoutant donc ces deux temps, 1 an 186 jours & 32 ans 214 jours du prolongement du refroidiſſement, par la chaleur du Soleil, pendant la première & la ſeconde période, aux 1670 ans 313 jours du prolongement, par la chaleur de Saturne, pendant la première période, & aux 38792 ans 69 jours du prolongement, par cette même chaleur de Saturne pour la ſeconde période, on a pour le prolongement total 40497 ans 52 jours, qui étant joints aux 27249 ans 121 jours des deux périodes, font en tout 67746 ans 173 jours; d'où l'on voit que c'a été dans l'année 67747 de la formation des planètes, c'eſt-à-dire, il y a 7085 ans que ce cinquième Satellite de Saturne, a été refroidi au point de $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Voici donc, d'après nos hypothèſes, l'ordre dans lequel la Terre, les Planètes & leurs Satellites ſe ſont refroidies ou ſe refroidiront au point de la chaleur actuelle du globe terreſtre, & enſuite au point d'une chaleur vingt-cinq fois plus petite que cette chaleur actuelle de la Terre.

Refroidies à la température actuelle.				Refroidies à $\frac{1}{25}$ de la temperature actuelle.		
La Terre....		en	74832 ans.	En	168123	ans.
La Lune......		en	16409 ans.	En	72514	ans.
Mercure.....		en	54192 ans.	En	187765	ans.
Vénus........		en	91643 ans.	En	228540	ans.
Mars.........		en	28538 ans.	En	60326	ans.
Jupiter......		en	240451 ans.	En	483121	ans.
Satellites de Jupiter.	Le 1.er	en	222203 ans.	En	444406	ans.
	Le 2.d	en	193090 ans.	En	386180	ans.
	Le 3.e	en	176212 ans.	En	352424	ans.
	Le 4.e	en	70296 ans.	En	140542	ans.
Saturne......		en	130821 ans.	En	262020	ans.
Anneau de Saturne		en	126473 ans.	En	252496	ans.
Satellites de Saturne.	Le 1.er	en	124490 ans.	En	248980	ans.
	Le 2.d	en	119607 ans.	En	239214	ans.
	Le 3.e	en	111580 ans.	En	223160	ans.
	Le 4.e	en	54505 ans.	En	109010	ans.
	Le 5.e	en	15298 ans.	En	67747	ans.

Et à l'égard de la conſolidation de la Terre, des Planètes & de leurs Satellites, & de leur refroidiſſement reſpectifs, juſqu'au moment où leur chaleur propre auroit permis de les toucher ſans ſe brûler, c'eſt-à-dire, ſans reſſentir

reſſentir de la douleur : nous avons trouvé qu'abſtraction faite de toute compenſation, & ne faiſant attention qu'à la déperdition de leur chaleur propre, les rapports de leur conſolidation juſqu'au centre, & de leur refroidiſſement au point de pouvoir les toucher, ſans ſe brûler, ſont dans l'ordre ſuivant :

	CONSOLIDÉES JUSQU'AU CENTRE.	REFROIDIES À POUVOIR LES TOUCHER
LA TERRE.....	en 2905 ans.	En 33911 ans.
LA LUNE.....	en 556 ans.	En 6492 ans.
MERCURE.....	en $1976 \frac{3}{10}$ ans.	En 23054 ans.
VÉNUS........	en $3484 \frac{22}{25}$ ans.	En 40674 ans.
MARS.........	en $1102 \frac{18}{25}$ ans.	En 12873 ans.
JUPITER......	en 9331 ans.	En 108922 ans.
SATELLITES de Jupiter. Le 1.er	en $231 \frac{43}{125}$ ans.	En $2690 \frac{2}{5}$ ans.
Le 2.d	en $282 \frac{753}{1000}$ ans.	En $3300 \frac{67}{100}$ ans.
Le 3.e	en $435 \frac{51}{200}$ ans.	En $5149 \frac{11}{200}$ ans.
Le 4.e	en $848 \frac{1}{4}$ ans.	En 9902 ans.
SATURNE.....	en 5078 ans.	En 59276 ans.
ANNEAU de Saturne	en $18 \frac{17}{25}$ ans.	En $217 \frac{737}{1000}$ ans.
SATELLITES de Saturne. Le 1.er	en $145 \frac{3}{4}$ ans.	En $1701 \frac{79}{125}$ ans.
Le 2.d	en $178 \frac{3}{25}$ ans.	En $2079 \frac{35}{62}$ ans.
Le 3.e	en $277 \frac{19}{20}$ ans.	En $3244 \frac{20}{31}$ ans.
Le 4.e	en $534 \frac{3}{25}$ ans.	En $6239 \frac{9}{16}$ ans.
Le 5.e	en $534 \frac{13}{25}$ ans.	En $6239 \frac{9}{16}$ ans.

Ces rapports, quoique moins précis que ceux du refroidiſſement à la température actuelle, le ſont néanmoins aſſez pour notre objet, & c'eſt par cette raiſon que je

n'ai pas cru devoir prendre la même peine pour faire l'évaluation de toutes les compenſations que la chaleur du Soleil, auſſi-bien que celle de la Lune, & celle des Satellites de Jupiter & de Saturne, ont pu faire à la perte de la chaleur propre de chaque planète, pour le temps néceſſaire à leur conſolidation jusqu'au centre. Comme ces temps ont précédé celui de l'établiſſement de la Nature vivante, & que les prolongemens produits par les compenſations dont nous venons de parler, ne ſont pas d'un très-grand nombre d'années, cela devient indifférent aux vues que je me propoſe, & je me contenterai d'établir, par une ſimple règle de proportion, les rapports de ces prolongemens pour les temps néceſſaires à la conſolidation des planètes, & à leur refroidiſſement jusqu'au point de pouvoir les toucher; par exemple, on trouvera le temps de la conſolidation de la Terre juſqu'au centre, en diſant, la période de 74047 ans du temps néceſſaire pour ſon refroidiſſement à la température actuelle (abſtraction faite de toute compenſation) *eſt à la période* de 2905, temps néceſſaire à la conſolidation juſqu'au centre (abſtraction faite auſſi de toute compenſation) *comme la période* 74832 de ſon refroidiſſement à la température actuelle, toute compenſation évaluée, *eſt à* 2936 ans, temps réel de ſa conſolidation, toute compenſation auſſi compriſe : & de même on dira, la période 74047 du temps néceſſaire pour le refroidiſſement de la Terre à la température actuelle (abſtraction faite de toute compenſation) *eſt à la période* de 33911

ans, temps néceſſaire à ſon refroidiſſement au point de pouvoir la toucher, (abſtraction faite auſſi de toute compenſation) *comme la période* 74832 de ſon refroidiſſement à la température actuelle, toute compenſation évaluée, *eſt à* 34270 ans $\frac{1}{2}$, temps réel de ſon refroidiſſement juſqu'au point de pouvoir la toucher, toute compenſation évaluée.

On aura donc dans la Table ſuivante l'ordre de ces rapports, que je joints à ceux indiqués ci-devant, pour le refroidiſſement à la température actuelle, & à $\frac{1}{25}$ de cette température.

CONSOLIDÉES juſqu'au centre.	REFROIDIES à pouvoir les toucher.	REFROIDIES à la température actuelle.	REFROIDIES à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle.
	LA TERRE.		
En 2936 ans.	En 34270$\frac{1}{2}$ ans.	En 74832 ans.	En 168123 ans.
	LA LUNE.		
En 644 ans.	En 7515 ans.	En 16409 ans.	En 72514 ans.
	MERCURE.		
En 2127 ans.	En 24813 ans.	En 54192 ans.	En 187765 ans.
	VÉNUS.		
En 3596 ans.	En 41969 ans.	En 91643 ans.	En 228540 ans.
	MARS.		
En 1130 ans.	En 13034 ans.	En 28538 ans.	En 60326 ans.
	JUPITER.		
En 9433 ans.	En 110118 ans.	En 240451 ans.	En 483121 ans.
	1.er SATELLITE.		
En 8886 ans.	En 101376 ans.	En 222203 ans.	En 444406 ans.

CONSOLIDÉES jusqu'au centre.	REFROIDIES à pouvoir les toucher.	REFROIDIES à la température actuelle.	REFROIDIES à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle.
	2.d SATELLITE.		
En 7496 ans.	En 87500 ans.	En 193090 ans.	En 386180 ans.
	3.e SATELLITE.		
En 6821 ans.	En 80700 ans.	En 176212 ans.	En 352424 ans.
	4.e SATELLITE.		
En 2758 ans.	En 32194 ans.	En 70296 ans.	En 140542 ans.
	SATURNE.		
En 5140 ans.	En 59911 ans.	En 130821 ans.	En 262020 ans.
	ANNEAU DE SATURNE.		
En 6558 ans.	En 76512 ans.	En 126473 ans.	En 252946 ans.
	1.er SATELLITE.		
En 4891 ans.	En 57011 ans.	En 124490 ans.	En 248980 ans.
	2.d SATELLITE.		
En 4688 ans.	En 54774 ans.	En 119607 ans.	En 239214 ans.
	3.e SATELLITE.		
En 4533 ans.	En 51108 ans.	En 111580 ans.	En 223160 ans.
	4.e SATELLITE.		
En 2138 ans.	En 24962 ans.	En 54505 ans.	En 109010 ans.
	5.e SATELLITE.		
En 600 ans.	En 7003 ans.	En 15298 ans.	En 67747 ans.

Il ne manque à cette Table, pour lui donner toute l'exactitude qu'elle peut comporter, que le rapport des densités des Satellites, à la densité de leur planète principale, que nous n'y avons pas fait entrer, à l'exception

de la Lune, où cet élément eſt employé. Or ne connoiſſant pas le rapport réel de la denſité des Satellites de Jupiter & des Satellites de Saturne à leurs planètes principales, & ne connoiſſant que le rapport de la denſité de la Lune à la Terre, nous nous fonderons ſur cette analogie, & nous ſuppoſerons en conſéquence, que le rapport de la denſité de Jupiter, ainſi que le rapport de la denſité de Saturne, ſont les mêmes que celui de la denſité de la Terre à la denſité de la Lune qui eſt ſon Satellite, c'eſt-à-dire : : 1000 : 702; car il eſt très-naturel d'imaginer, d'après cet exemple que la Lune nous offre, que cette différence entre la denſité de la Terre & de la Lune, vient de ce que ce ſont les parties les plus légères du globe terreſtre, qui s'en ſont ſéparées dans le temps de la liquéfaction pour former la Lune; la vîteſſe de la rotation de la Terre, étant de 9 mille lieues en 23 heures 56 minutes, ou de 6 $\frac{1}{4}$ lieues par minute, étoit ſuffiſante pour projeter un torrent de la matière liquide la moins denſe, qui s'eſt raſſemblé par l'attraction mutuelle de ſes parties, à 85 mille lieues de diſtance, & y a formé le globe de la Lune, dans un plan parallèle à celui de l'Équateur de la Terre. Les Satellites de Jupiter & de Saturne, ainſi que ſon Anneau, ſont auſſi dans un plan parallèle à leur équateur, & ont été formés de même par la force centrifuge encore plus grande dans ces groſſes planètes que dans le globe terreſtre, puiſque leur vîteſſe de rotation eſt beaucoup plus grande. Et de la même manière que la Lune eſt

moins denſe que la Terre dans la raiſon de 702 à 1000; on peut préſumer que les Satellites de Jupiter & ceux de Saturne, ſont moins denſes que ces planètes dans cette même raiſon de 702 à 1000. Il faut donc corriger dans la Table précédente tous les articles des Satellites d'après ce rapport, & alors elle ſe préſentera dans l'ordre ſuivant.

TABLE plus exacte des temps du refroidiſſement des Planètes & de leurs Satellites.

CONSOLIDÉES jusqu'au centre.	REFROIDIES à pouvoir les toucher.	REFROIDIES à la température actuelle.	REFROIDIES à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle.
	LA TERRE.		
En 2936 ans.	En 34270 $\frac{1}{2}$ ans.	En 74832 ans.	En 168123 ans.
	LA LUNE.		
En 644 ans.	En 7515 ans.	En 16409 ans.	En 72514 ans.
	MERCURE.		
En 2127 ans.	En 24813 ans.	En 54192 ans.	En 187765 ans.
	VÉNUS.		
En 3596 ans.	En 41969 ans.	En 91643 ans.	En 228540 ans.
	MARS.		
En 1130 ans.	En 13034 ans.	En 28538 ans.	En 60326 ans.
	JUPITER.		
En 9433 ans.	En 110118 ans.	En 240451 ans.	En 483121 ans.
	SATELLITES DE JUPITER.		
1.er en 6238 ans.	En 71166 ans.	En 155986 ans.	En 311973 ans.
2.d en 5262 ans.	En 61425 ans.	En 135549 ans.	En 271098 ans.
3.e en 4788 ans.	En 56651 $\frac{2}{5}$ ans.	En 123700 $\frac{5}{6}$ ans.	En 247401 $\frac{4}{6}$ ans.
4.e en 1936 ans.	En 22600 $\frac{1}{5}$ ans.	En 49348 ans.	En 98696 ans.

CONSOLIDÉES jusqu'au centre.	REFROIDIES à pouvoir les toucher.	REFROIDIES à la température actuelle.	REFROIDIES à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle.
	SATURNE.		
En 5140 ans.	En 59911 ans.	En 130821 ans.	En 262020 ans.
	ANNEAU DE SATURNE.		
En 4604 ans.	En 53711 ans.	En 88784 $\frac{1}{4}$ ans.	En 177568 ans.
	SATELLITES DE SATURNE.		
1.er en 3433 ans.	En 40021 $\frac{9}{25}$ ans.	En 87392 ans.	En 174784 ans.
2.d en 3291 ans.	En 38451 $\frac{1}{3}$ ans.	En 83964 ans.	En 167928 ans.
3.e en 3182 ans.	En 35878 ans.	En 78329 ans.	En 156658 ans.
4.e en 1502 ans.	En 17523 $\frac{1}{3}$ ans.	En 38262 $\frac{1}{2}$ ans.	En 76525 ans.
5.e en 421 $\frac{1}{5}$ ans.	En 4916 ans.	En 10739 ans.	En 47558 ans.

En jetant un coup d'œil de comparaiſon ſur cette Table, qui contient le réſultat de nos recherches & de nos hypothèſes, on voit :

1.° Que le cinquième *Satellite* de *Saturne* a été la première terre habitable, & que la Nature vivante n'y a duré que depuis l'année 4916 juſqu'à l'année 47558 de la formation des planètes ; en ſorte qu'il y a long-temps que cette planète ſecondaire eſt trop froide, pour qu'il puiſſe y ſubſiſter des êtres organiſés ſemblables à ceux que nous connoiſſons :

2.° Que la Lune a été la ſeconde terre habitable, puiſque ſon refroidiſſement, au point de pouvoir en toucher la ſurface, s'eſt fait en 7515 ans, & ſon refroidiſſement à la température actuelle, s'étant fait en 16409

ans, il s'ensuit qu'elle a joui d'une chaleur convenable à la Nature vivante, peu d'années après les 7515 ans depuis la formation des planètes, & que par conséquent la Nature organisée a pu y être établie dès ce temps, & que depuis cette année 7515 jusqu'à l'année 72514, la température de la Lune s'est refroidie jusqu'à $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre, en sorte que les êtres organisés n'ont pu y subsister que pendant 60 mille ans tout au plus; & enfin qu'aujourd'hui, c'est-à-dire, depuis 2318 ans environ, cette planète est trop froide pour être peuplée de plantes & d'animaux:

3.° Que Mars a été la troisième terre habitable, puisque son refroidissement, au point de pouvoir en toucher la surface, s'est fait en 13034 ans, & son refroidissement à la température actuelle, s'étant fait en 28538 ans, il s'ensuit qu'il a joui d'une chaleur convenable à la Nature vivante peu d'années après les 13034, & que par conséquent la Nature organisée a pu y être établie dès ce temps de la formation des planètes, & que depuis cette année 13034 jusqu'à l'année 60326, la température s'est trouvée convenable à la nature des êtres organisés, qui par conséquent ont pu y subsister pendant 47292 ans, mais qu'aujourd'hui cette planète est trop refroidie pour être peuplée depuis plus de 14 mille ans:

4.° Que le quatrième Satellite de Saturne a été la quatrième terre habitable, & que la Nature vivante y a duré depuis l'année 17523 & durera tout au plus jusqu'à l'année 76526 de la formation des planètes; en sorte

que

que cette planète ſecondaire, étant actuellement (c'eſt-à-dire en 74832) beaucoup plus froide que la Terre; les êtres organiſés ne peuvent y ſubſiſter que dans un état de langueur ou même n'y ſubſiſtent plus:

5.° Que le quatrième Satellite de Jupiter a été la cinquième terre habitable, & que la Nature vivante y a duré depuis l'année 22600, & y durera juſqu'à l'année 98696 de la formation des planètes; en ſorte que cette planète ſecondaire eſt actuellement plus froide que la Terre, mais pas aſſez néanmoins pour que les êtres organiſés ne puiſſent encore y ſubſiſter:

6.° Que Mercure a été la ſixième terre habitable, puiſque ſon refroidiſſement, au point de pouvoir le toucher, s'eſt fait en 24 mille 813 ans, & ſon refroidiſſement à la température actuelle en 54 mille 192 ans; il s'enſuit donc qu'il a joui d'une chaleur convenable à la Nature vivante peu d'années après les 24 mille 813 ans, & que par conſéquent la Nature organiſée a pu y être établie dès ce temps, & que depuis cette année 24813 de la formation des planètes, juſqu'à l'année 187765, ſa température s'eſt trouvée & ſe trouvera convenable à la Nature des êtres organiſés, qui par conſéquent ont pu & pourront encore y ſubſiſter pendant 162 mille 952 ans; en ſorte qu'aujourd'hui cette planète peut être peuplée de tous les animaux & de toutes les plantes qui couvrent la ſurface de la Terre:

7.° Que le globe terreſtre a été la ſeptième terre habitable, puiſque ſon refroidiſſement, au point de pouvoir le toucher, s'eſt fait en 34 mille 770 ans $\frac{1}{2}$, & ſon

refroidissement à la température actuelle s'étant fait en 74 mille 832 ans, il s'ensuit qu'il a joui d'une chaleur convenable à la Nature vivante peu d'années après les 34 mille 770 ans $\frac{1}{2}$, & que par conséquent la Nature, telle que nous la connoissons a pu y être établie dès ce temps, c'est-à-dire, il y a 40 mille 62 ans, & pourra encore y subsister jusqu'en l'année 168123, c'est-à-dire, pendant 93 mille 291 ans, à dater de ce jour :

8.° Que le troisième Satellite de Saturne a été la huitième terre habitable, & que la Nature vivante y a duré depuis l'année 35878, & y durera jusqu'à l'année 156658 de la formation des planetes ; en sorte que cette planète secondaire étant actuellement un peu plus chaude que la Terre, la Nature organisée y est dans sa vigueur & telle qu'elle étoit sur la Terre il y a trois ou quatre mille ans :

9.° Que le second Satellite de Saturne a été la neuvième terre habitable, & que la Nature vivante y a duré depuis l'année 38451, & y durera jusqu'à l'année 167928 de la formation des planètes ; en sorte que cette planète secondaire étant actuellement plus chaude que la Terre, la Nature organisée y est dans sa pleine vigueur & telle qu'elle étoit sur le globe terrestre il y a huit ou neuf mille ans :

10.° Que le premier Satellite de Saturne a été la dixième terre habitable, & que la Nature vivante y a duré depuis l'année 40020, & y durera jusqu'à l'année 174784 de la formation des planètes ; en sorte que

cette planète secondaire étant actuellement considérablement plus chaude que le globe terrestre, la Nature organisée y est dans sa première vigueur & telle qu'elle étoit sur la Terre il y a douze à treize mille ans :

11.° Que Vénus a été la onzième terre habitable, puisque son refroidissement, au point de pouvoir la toucher, s'est fait en 41 mille 969 ans, & son refroidissement à la température actuelle s'étant fait en 91 mille 643 ans, il s'ensuit qu'elle jouit actuellement d'une chaleur plus grande que celle dont nous jouissons, & à peu-près semblable à celle dont jouissoient nos Ancêtres il y a six ou sept mille ans, & que depuis cette année 41969 ou quelque temps après, la Nature organisée a pu y être établie, & que jusqu'à l'année 228540, elle pourra y subsister ; en sorte que la durée de la Nature vivante dans cette planète, a été & sera de 186 mille 571 ans :

12.° Que l'Anneau de Saturne a été la douzième terre habitable, & que la Nature vivante y est établie depuis l'année 53711, & y durera jusqu'à l'année 177568 de la formation des planètes ; en sorte que cet Anneau étant beaucoup plus chaud que le globe terrestre, la Nature organisée y est dans sa première vigueur, telle qu'elle étoit sur la Terre il y a treize à quatorze mille ans :

13.° Que le troisième Satellite de Jupiter a été la treizième terre habitable, & que la Nature vivante y est établie depuis l'année 56651, & y durera jusqu'en

l'année 247401 de la formation des planètes; en ſorte que cette planète ſecondaire étant de beaucoup plus chaude que la Terre, la Nature organiſée ne fait que commencer de s'y établir:

14.° Que Saturne a été la quatorzième terre habitable, puiſque ſon refroidiſſement, au point de pouvoir le toucher, s'eſt fait en 59 mille 911 ans, & ſon refroidiſſement à la température actuelle devant ſe faire en 130 mille 821 ans; il s'enſuit que la Nature vivante a pu y être établie peu de temps après cette année 59911 de la formation des planètes, & que par conſéquent elle y a ſubſiſté & pourra y ſubſiſter encore juſqu'en l'année 262020; en ſorte que la Nature vivante y eſt actuellement dans ſa première vigueur, & pourra durer dans cette groſſe planète pendant 262 mille 20 ans:

15.° Que le ſecond Satellite de Jupiter a été la quinzième terre habitable, & que la Nature vivante y eſt établie depuis l'année 61425, c'eſt-à-dire, depuis 13 mille 407 ans, & qu'elle y durera juſqu'à l'année 271098 de la formation des planètes:

16.° Que le premier Satellite de Jupiter a été la ſeizième terre habitable, & que la Nature vivante y eſt établie depuis l'année 71166, c'eſt-à-dire, depuis 3 mille 666 ans, & qu'elle y durera juſqu'en l'année 311973 de la formation des planètes:

17.° Enfin, que Jupiter eſt le dernier des globes planétaires, ſur lequel la Nature vivante pourra s'établir. Nous devons donc conclure, d'après ce réſultat général

de nos recherches, que des dix-ſept corps planétaires, il y en a en effet trois, ſavoir le cinquième Satellite de Saturne, la Lune & Mars où notre Nature ſeroit gelée; un ſeul, ſavoir, Jupiter où la Nature vivante n'a pu s'établir juſqu'à ce jour, par la raiſon de la trop grande chaleur, encore ſubſiſtante dans cette groſſe planète; mais que dans les treize autres, ſavoir, le quatrième Satellite de Saturne, le quatrième Satellite de Jupiter, Mercure, le globe terreſtre, le troiſième, le ſecond & le premier Satellite de Saturne, Vénus, l'Anneau de Saturne, le troiſième Satellite de Jupiter, Saturne, le ſecond & le premier Satellite de Jupiter, la chaleur, quoique de degrés très-différens, peut néanmoins convenir actuellement à l'exiſtence des êtres organiſés, & on peut croire que tous ces vaſtes corps ſont comme le globe terreſtre, couverts de plantes, & même peuplés d'êtres ſenſibles, à peu-près ſemblables aux animaux de la terre. Nous démontrerons ailleurs, par un grand nombre d'obſervations rapprochées, que dans tous les lieux où la température eſt la même, on trouve non-ſeulement les mêmes eſpèces de plantes, les mêmes eſpèces d'inſectes, les mêmes eſpèces de reptiles ſans les y avoir portées, mais auſſi les mêmes eſpèces de poiſſons, les mêmes eſpèces de quadrupèdes, les mêmes eſpèces d'oiſeaux ſans qu'ils y ſoient allés; & je remarquerai en paſſant, qu'on s'eſt ſouvent trompé en attribuant à la migration & au long voyage des oiſeaux, les eſpèces de l'Europe qu'on trouve en Amérique ou dans l'orient de l'Aſie,

tandis que ces oiſeaux d'Amérique & d'Aſie, tout-à-fait ſemblables à ceux de l'Europe, ſont nés dans leur pays, & ne viennent pas plus chez nous que les nôtres vont chez eux. La même température nourrit, produit partout les mêmes êtres, mais cette vérité générale ſera démontrée plus en détail dans quelques-uns des articles ſuivans.

On pourra remarquer 1.° que l'Anneau de Saturne a été preſque auſſi long-temps à ſe refroidir aux points de la conſolidation & du refroidiſſement à pouvoir le toucher, que Saturne même, ce qui ne paroît pas vrai ni vraiſemblable, puiſque cet Anneau eſt fort mince, & que Saturne eſt d'une épaiſſeur prodigieuſe en comparaiſon; mais il faut faire attention d'abord à l'immenſe quantité de chaleur que cette groſſe planète envoyoit dans les commencemens à ſon Anneau, & qui dans le temps de l'incandeſcence, étoit plus grande que celle de cet Anneau, quoiqu'il fût auſſi lui-même dans cet état d'incandeſcence, & que par conſéquent le temps néceſſaire à ſa conſolidation a dû être prolongé de beaucoup par cette première cauſe:

2.° Que quoique Saturne fût lui-même conſolidé juſqu'au centre en 5 mille 140 ans, il n'a ceſſé d'être rouge & très-brûlant que pluſieurs ſiècles après, & que par conſéquent il a encore envoyé dans les ſiècles poſtérieurs à ſa conſolidation, une quantité prodigieuſe de chaleur à ſon Anneau, ce qui a dû prolonger ſon refroidiſſement dans la proportion que nous avons établie.

Seulement il faut convenir que les périodes du refroidissement de Saturne au point de la consolidation & du refroidissement à pouvoir le toucher sont trop courtes, parce que nous n'avons pas fait l'estimation de la chaleur que son Anneau & ses Satellites lui ont envoyée, & que cette quantité de chaleur que nous n'avons pas estimée, ne laisse pas d'être considérable, car l'Anneau comme très-grand & très-voisin, envoyoit à Saturne dans le commencement, non-seulement une partie de sa chaleur propre, mais encore il lui réfléchissoit une grande portion de celle qu'il en recevoit, en sorte que je crois qu'on pourroit, sans se tromper, augmenter d'un quart le temps de la consolidation de Saturne, c'est-à-dire, assigner 6 mille 857 ans pour sa consolidation jusqu'au centre; & de même augmenter d'un quart les 59 mille 911 ans, que nous avons indiqués pour son refroidissement au point de le toucher, ce qui donne 79 mille 881 ans; en sorte que ces deux termes peuvent être substitués dans la Table générale aux deux premiers.

Il est de même très-certain que le temps du refroidissement de Saturne, au point de la température actuelle de la Terre, qui est de 130 mille 821 ans, doit par les mêmes raisons, être augmenté non pas d'un quart, mais peut-être d'un huitième, & que cette période au lieu d'être de 130 mille 821 ans, pourroit être de 147 mille 173 ans.

On doit aussi augmenter un peu les périodes du refroidissement de Jupiter, parce que ses Satellites lui ont envoyé une portion de leur chaleur propre, & en même

temps une partie de celle que Jupiter leur envoyoit; en estimant un dixième, le prolongement que cette addition de chaleur a pu faire aux trois premières périodes du refroidissement de Jupiter, il ne se sera consolidé jusqu'au centre qu'en 10 mille 376 ans, & ne se refroidira au point de pouvoir le toucher qu'en 121 mille 129 ans, & au point de la température actuelle de la Terre en 264 mille 506 ans.

Je n'admets qu'un assez petit nombre d'années entre le point où l'on peut commencer à toucher, sans se brûler, les différens globes, & celui où la chaleur cesse d'être offensante pour les êtres sensibles; car j'ai fait cette estimation d'après les expériences tres-souvent réitérées dans mon second Mémoire; par lesquelles j'ai reconnu qu'entre le point auquel on peut, pendant une demi-seconde, tenir un globe sans se brûler, & le point où on peut le manier long-temps, & où sa chaleur nous affecte d'une manière douce & convenable à notre Nature, il n'y a qu'un intervalle assez court; en sorte, par exemple, que s'il faut 20 minutes pour refroidir un globe au point de pouvoir le toucher sans se brûler, il ne faut qu'une minute de plus pour qu'on puisse le manier avec plaisir. Dès-lors en augmentant d'un vingtième les temps nécessaires au refroidissement des globes planétaires, au point de pouvoir les toucher, on aura plus précisément les temps de la naissance de la Nature dans chacun, & ces temps seront dans l'ordre suivant:

DATE de la formation des Planètes.... 74832 ans.

COMMENCEMENT, FIN & DURÉE *de l'existence de la* NATURE ORGANISÉE *dans chaque* PLANÈTE.

	COMMENCEMENT.	FIN.	DURÉE absolue.	DURÉE à dater de ce jour.
V.e Satellite de Saturne.	5161 de la formation des Planètes.	47558 de la formation des Planètes.	42389 ans	0 ans
LA LUNE.....	7890.......	72514.......	64624...	0.
MARS........	13685.......	60326.......	56641.-.	0.
IV.e Satellite de Saturne.	18399.......	76525.......	58126...	1693 ans
IV.e Satellite de Jupiter.	23730.......	98696.......	74966...	23864.
MERCURE....	26053.......	187765.......	161712...	112933.
LA TERRE...	35983.......	168123.......	132140...	93291.
III.e Satellite de Saturne.	37672.......	156658.......	118986...	81826.
II.e Satellite de Saturne.	40373.......	167928.......	127655...	93096.
I.er Satellite de Saturne.	42021	174784.......	132763...	99952.
VÉNUS.......	44067.......	228540.......	184473...	153708.
Anneau de Saturne.	56396.......	177568.......	121172...	102736.
III.e Satellite de Jupiter.	59483.......	247401.......	187918...	172569.
SATURNE....	62906.......	262020.......	199114...	187188.
II.e Satellite de Jupiter.	64496.......	271098.......	206602...	196266.
I.er Satellite de Jupiter.	74724.......	311973.......	237249...	237141.
JUPITER.....	115623.......	483121.......	367498...	

D'après ce dernier tableau qui approche le plus de la vérité, on voit :

1.° Que la Nature organisée, telle que nous la

connoiſſons, n'eſt point encore née dans Jupiter, dont la chaleur eſt trop grande encore aujourd'hui pour pouvoir en toucher la ſurface, & que ce ne ſera que dans 40 mille 791 ans que les êtres vivans pourroient y ſubſiſter, mais qu'enſuite s'ils y étoient établis, ils dureroient 367 mille 498 ans dans cette groſſe planète :

2.° Que la Nature vivante, telle que nous la connoiſſons, eſt éteinte dans le cinquième Satellite de Saturne depuis 27 mille 274 ans; dans Mars depuis 14 mille 506 ans, & dans la Lune depuis 2318 ans :

3.° Que la Nature eſt prête à s'éteindre dans le quatrième Satellite de Saturne, puiſqu'il n'y a plus que 1693 ans, pour arriver au point extrême de la plus petite chaleur néceſſaire au maintien des êtres organiſés :

4.° Que la Nature vivante eſt foible dans le quatrième Satellite de Jupiter, quoiqu'elle puiſſe y ſubſiſter encore pendant 23 mille 864 ans :

5.° Que ſur la planète de Mercure, ſur la Terre, ſur le troiſième, ſur le ſecond & ſur le premier Satellite de Saturne, ſur la planète de Vénus, ſur l'Anneau de Saturne, ſur le troiſième Satellite de Jupiter, ſur la planète de Saturne, ſur le ſecond & ſur le premier Satellite de Jupiter, la Nature vivante eſt actuellement en pleine exiſtence, & que par conſéquent tous ces corps planétaires peuvent être peuplés comme le globe terreſtre.

Voilà mon réſultat général & le but auquel je me propoſois d'atteindre. On jugera par la peine que m'ont

donnée ces recherches *(a)*, & par le grand nombre d'expériences préliminaires qu'elles exigeoient, combien je dois être persuadé de la probabilité de mon hypothèse sur la formation des planètes : Et pour qu'on ne me croie pas persuadé sans raison, & même sans de très-fortes raisons, je vais exposer dans le Mémoire suivant les motifs de ma persuasion, en présentant les faits & les analogies sur lesquelles j'ai fondé mes opinions, établi l'ordre de mes raisonnemens, suivi les inductions que l'on en doit déduire, & enfin tiré la conséquence générale de l'existence réelle des êtres organisés & sensibles dans tous les corps du système solaire, & l'existence plus que probable de ces mêmes êtres dans tous les autres corps qui composent les systèmes des autres Soleils, ce qui augmente & multiplie presque à l'infini l'étendue de la Nature vivante, & élève en même temps le plus grand de tous les monumens à la gloire du Créateur.

(a) Les calculs que supposoient ces recherches sont plus longs que difficiles, mais assez délicats pour qu'on puisse se tromper. Je ne me suis pas piqué d'une exactitude rigoureuse, parce qu'elle n'auroit produit que de légères différences, & qu'elle m'auroit pris beaucoup de temps que je pouvois mieux employer. Il m'a suffi que la méthode que j'ai suivie fût exacte, & que mes raisonnemens fussent clairs & conséquens, c'est-là tout ce que j'ai prétendu. Mon hypothèse sur la liquéfaction de la Terre & des Planètes, m'a paru assez fondée pour prendre la peine d'en évaluer les effets, & j'ai cru devoir donner en détail ces évaluations comme je les ai trouvées, afin que s'il s'est glissé dans ce long travail quelques fautes de calcul ou d'inattention, mes lecteurs soient en état de les corriger eux-mêmes.

SECOND MÉMOIRE.

Fondemens des Recherches précédentes ſur la température des Planètes.

L'HOMME nouveau n'a pu voir, & l'homme ignorant ne voit encore aujourd'hui la Nature & l'étendue de l'Univers que par le ſimple rapport de ſes yeux; la Terre eſt pour lui un ſolide d'un volume ſans bornes, d'une étendue ſans limites, dont il ne peut qu'avec peine parcourir de petits eſpaces ſuperſiciels, tandis que le Soleil, les Planètes & l'immenſité des cieux, ne lui préſentent que des points lumineux, dont le Soleil & la Lune lui paroiſſent être les ſeuls objets dignes de fixer ſes regards. A cette fauſſe idée ſur l'étendue de la Nature & ſur les proportions de l'Univers, s'eſt bientôt joint le ſentiment encore plus diſproportionné de la prétention. L'homme en ſe comparant aux autres êtres terreſtres, s'eſt trouvé le premier, dès-lors il a cru que tous étoient faits pour lui; que la Terre même n'avoit été créée que pour lui ſervir de domicile & le Ciel de ſpectacle; qu'enfin l'Univers entier devoit ſe rapporter à ſes beſoins & même à ſes plaiſirs. Mais à meſure qu'il a fait uſage de cette lumière divine, qui ſeule anoblit ſon être, à meſure que l'homme s'eſt inſtruit, il a été forcé de rabattre de plus en plus de ces prétentions; il s'eſt vu rapetiſſer en même raiſon que l'Univers s'agrandiſſoit,

& il lui eſt aujourd'hui bien évidemment démontré, que cette Terre qui fait tout ſon domaine, & ſur laquelle il ne peut malheureuſement ſubſiſter ſans querelle & ſans trouble, eſt à proportion toute auſſi petite pour l'Univers que lui-même l'eſt pour le Créateur. En effet, il n'eſt plus poſſible de douter que cette même Terre ſi grande & ſi vaſte pour nous, ne ſoit une aſſez médiocre planète, une petite maſſe de matière qui circule avec les autres autour du Soleil; que cet aſtre de lumière & de feu ne ſoit plus de douze cents mille fois plus gros que le globe de la Terre, & que ſa puiſſance ne s'étende à tous les corps qu'il fléchit autour de lui; en ſorte que notre globe en étant éloigné de trente-trois millions de lieues au moins, la planète de Saturne ſe trouve à plus de trois cents treize millions des mêmes lieues; d'où l'on ne peut s'empêcher de conclure que l'étendue de l'empire du Soleil, ce Roi de la Nature, ne ſoit une ſphère, dont le diamètre eſt de ſix cents vingt-ſept millions de lieues, tandis que celui de la Terre n'eſt que de deux mille huit cents ſoixante-cinq: Et ſi l'on prend le cube de ces deux nombres, on ſe démontrera que la Terre eſt plus petite, relativement à cet eſpace, qu'un grain de ſable ne l'eſt relativement au volume entier du globe.

Néanmoins la planète de Saturne, quoique la plus éloignée du Soleil, n'eſt pas encore à beaucoup près ſur les confins de ſon empire. Les limites en ſont beaucoup plus reculées, puiſque les Comètes parcourent

au-delà de cette distance, des espaces encore plus grands que l'on peut estimer par la période du temps de leurs révolutions. Une Comete qui, comme celle de l'année 1680, circule autour du Soleil en 575 ans, s'éloigne de cet astre 15 fois plus que Saturne n'en est distant; car le grand axe de son orbite est 138 fois plus grand que la distance de la Terre au Soleil. Dès-lors on doit augmenter encore l'étendue de la puissance solaire de 15 fois la distance du Soleil à Saturne, en sorte que tout l'espace dans lequel sont comprises les planètes, n'est qu'une petite province du domaine de cet astre, dont les bornes doivent être posées au moins à 138 fois la distance du Soleil à la Terre, c'est-à-dire, à 138 fois 33 ou 34 millions de lieues.

Quelle immensité d'espace! & quelle quantité de matière! car indépendamment des Planètes, il existe probablement quatre ou cinq cents Comètes, peut-être plus grosses que la Terre, qui parcourent en tous sens les différentes régions de cette vaste sphère, dont le globe terrestre ne fait qu'un point, une unité sur 191, 201, 612, 985, 514, 272, 000, quantité que ces nombres représentent, mais que l'imagination ne peut atteindre ni saisir. N'en voilà-t-il pas assez pour nous rendre, nous, les nôtres, & notre grand domicile, plus petits que des atomes!

Cependant cette énorme étendue, cette sphère si vaste n'est encore qu'un très-petit espace dans l'immensité des cieux; chaque étoile fixe est un soleil, un centre

d'une ſphère tout auſſi vaſte; & comme on en compte plus de deux mille qu'on aperçoit à la vue ſimple, & qu'avec les lunettes on en découvre un nombre d'autant plus grand que ces inſtrumens ſont plus puiſſans; l'étendue de l'Univers entier paroît être ſans bornes, & le ſyſtème ſolaire ne fait plus qu'une province de l'empire univerſel du Créateur, empire infini comme lui.

Sirius, étoile fixe la plus brillante, & que par cette raiſon nous pouvons regarder comme le Soleil le plus voiſin du nôtre, ne donnant à nos yeux qu'une ſeconde de parallaxe annuelle ſur le diamètre entier de l'orbe de la Terre, eſt à 6771770 millions de lieues de diſtance de nous, c'eſt-à-dire, à 6767216 millions des limites du ſyſtème ſolaire, telles que nous les avons aſſignées d'après la profondeur à laquelle s'enfoncent les Comètes, dont la période eſt la plus longue. Suppoſant donc qu'il ait été départi à Sirius un eſpace égal à celui qui appartient à notre Soleil, on voit qu'il faut encore reculer les limites de notre ſyſtème ſolaire de 742 fois plus qu'il ne l'eſt déjà juſqu'à l'aphélie de la Comète, dont l'énorme diſtance au Soleil n'eſt néanmoins qu'une unité ſur 742 du demi-diamètre total de la ſphère entière du ſyſtème ſolaire *(a)*.

(a) Diſtance de la Terre au Soleil........... 33 millions de lieues.
Diſtance de Saturne au Soleil........... 313 millions.
Diſtance de l'aphélie de la Comète au Soleil. 4554 millions.
Diſtance de Sirius au Soleil....... 6771770 millions.
Diſtance de Sirius au point de l'aphélie

Ainsi quand même il existeroit des Comètes dont la période de révolution seroit double, triple & même decuple de la période de 575 ans, la plus longue qui nous soit connue; quand les Comètes en conséquence pourroient s'enfoncer à une profondeur dix fois plus grande, il y auroit encore un espace 74 ou 75 fois plus profond pour arriver aux derniers confins, tant du système solaire que du système Sirien; en sorte qu'en donnant à Sirius autant de grandeur & de puissance qu'en a notre

---

de la Comete, en supposant qu'en remontant du Soleil, la Comete ait pointé directement vers Sirius, (supposition qui diminue la distance autant qu'il est possible) . . . . . . 6767216 millions de lieues.

Moitié de la distance de Sirius au Soleil, ou profondeur du système solaire & du système Sirien. 3385885 millions.

Étendue au-delà des limites de l'aphelie des Comètes. 3381331 millions.

Ce qui étant divisé par la distance de l'aphélie de la Comète, donne. . . . . $742\frac{1}{2}$ environ.

On peut encore d'une autre manière se former une idée de cette distance immense de Sirius à nous, en se rappelant que le disque du Soleil forme à nos yeux un angle de 32 minutes, tandis que celui de Sirius n'en fait pas un d'une seconde; & Sirius étant un soleil comme le nôtre, que nous supposerons d'une égale grandeur, puisqu'il n'y a pas plus de raison de le supposer plus grand que plus petit, il nous paroîtroit aussi grand que le Soleil s'il n'étoit qu'à la même distance. Prenant donc deux nombres proportionnels au quarré de 32 minutes, & au quarré d'une seconde, on aura 3686400 pour la distance de la Terre à Sirius, & 1 pour sa distance au Soleil; & comme cette unité vaut 33 millions de lieues, on voit à combien de milliars de lieues Sirius est loin

a notre Soleil ; & ſuppoſant dans ſon ſyſtème autant ou plus de corps comètaires qu'il n'exiſte de Comètes dans le ſyſtème ſolaire, Sirius les régira comme le Soleil régit les ſiens, & il reſtera de même un intervalle immenſe entre les confins des deux empires ; intervalle qui ne paroît être qu'un déſert dans l'eſpace, & qui doit faire ſoupçonner qu'il exiſte des corps cométaires, dont les périodes ſont plus longues, & qui parviennent à une beaucoup plus grande diſtance que nous ne pouvons le déterminer par nos connoiſſances actuelles. Il ſe pourroit

eſt loin de nous, puiſqu'il faut multiplier ces 33 millions par 3686400, & ſi nous diviſons l'eſpace entre ces deux Soleils voiſins, quoique ſi fort éloignés, nous verrons que les Comètes pourroient s'éloigner à une diſtance dix-huit cents mille fois plus grande que celle de la Terre au Soleil, ſans ſortir des limites de l'Univers ſolaire, & ſans ſubir par conſéquent d'autres loix que celle de notre Soleil ; & de-là on peut conclure que le ſyſtème ſolaire a pour diamètre une étendue qui, quoique prodigieuſe, ne fait néanmoins qu'une très-petite portion des cieux, & l'on en doit inférer une vérité peu connue, c'eſt que de tous les points de l'Univers planétaire, c'eſt-à-dire, que du Soleil, de la Terre & de toutes les autres planètes, le Ciel doit paroître le même.

Lorſque dans une belle nuit l'on conſidère tous ces feux dont brille la voûte céleſte, on imagineroit qu'en ſe tranſportant dans une autre planète plus éloignée du Soleil que ne l'eſt la Terre, on verroit ces aſtres étincelans grandir & répandre une lumière plus vive, puiſqu'on les verroit de plus près. Néanmoins l'eſpèce de calcul que nous venons de faire, démontre que quand nous ſerions placés dans Saturne, c'eſt-à-dire, neuf ou dix fois plus loin de notre Soleil, & 300 millions de lieues plus près de Sirius, il ne nous paroîtroit plus gros que d'une 194021.[e] partie, augmentation qui ſeroit abſolument inſenſible; d'où l'on doit conclure que le Ciel a pour toutes les planètes le même aſpect que pour la Terre.

aussi que Sirius fût un soleil beaucoup plus grand & plus puissant que le nôtre ; & si cela étoit, il faudroit reculer d'autant les bornes de son domaine en les rapprochant de nous, & rétrécir en même raison la circonférence de celui du Soleil.

On ne peut s'empêcher de présumer en effet, que dans ce très-grand nombre d'étoiles fixes qui, toutes sont autant de soleils, il n'y en ait de plus grands & de plus petits que le nôtre, d'autres plus ou moins lumineux, quelques-uns plus voisins qui nous sont représentés par ces aîtres que les Astronomes appellent *Étoiles de la première grandeur,* & beaucoup d'autres plus éloignés, qui par cette raison nous paroissent plus petits ; les étoiles qu'ils appellent *nébuleuses,* semblent manquer de lumière & de feu, & n'être, pour ainsi dire, alumées qu'à demi ; celles qui paroissent & disparoissent alternativement, sont peut-être d'une forme aplatie par la violence de la force centrifuge dans leur mouvement de rotation ; on voit ces Soleils lorsqu'ils montrent leur grande face, & ils disparoissent toutes les fois qu'ils se présentent de côté. Il y a dans ce grand ordre de choses, & dans la nature des astres, les mêmes variétés, les mêmes différences en nombre, grandeur, espace, mouvement, forme & durée ; les mêmes rapports, les mêmes degrés, les mêmes nuances qui se trouvent dans tous les autres ordres de la création.

Chacun de ces soleils étant doué comme le nôtre, & comme toute matière l'est, d'une puissance attractive,

qui s'étend à une diſtance indéfinie, & décroît comme l'eſpace augmente; l'analogie nous conduit à croire qu'il exiſte dans la ſphère de chacun de ces aſtres lumineux un grand nombre de corps opaques, planètes ou comètes qui circulent autour d'eux, mais que nous n'apercevrons jamais que par l'œil de l'eſprit, puiſque étant obſcurs & beaucoup plus petits que les ſoleils qui leur ſervent de foyer, ils ſont hors de la portée de notre vue, & même de tous les arts qui peuvent l'étendre ou la perfectionner.

On pourroit donc imaginer qu'il paſſe quelquefois des Comètes d'un ſyſtème dans l'autre, & que s'il s'en trouve ſur les confins des deux empires, elles ſeront ſaiſies par la puiſſance prépondérante, & forcées d'obéir aux loix d'un nouveau maître. Mais par l'immenſité de l'eſpace qui ſe trouve au-delà de l'aphélie de nos Comètes, il paroît que le Souverain ordonnateur a ſéparé chaque ſyſtème par des déſerts mille & mille fois plus vaſtes que toute l'étendue des eſpaces fréquentés. Ces déſerts, dont les nombres peuvent à peine ſonder la profondeur, ſont les barrières éternelles, invincibles, que toutes les forces de la Nature créée ne peuvent franchir ni ſurmonter. Il faudroit pour qu'il y eût communication d'un ſyſtème à l'autre, & pour que les ſujets d'un empire puſſent paſſer dans un autre, que le ſiége du trône ne fût pas immobile; car l'étoile fixe ou plutôt le Soleil, le Roi de ce ſyſtème changeant de lieu, entraîneroit à ſa ſuite tous les corps qui dépendent de lui, &

pourroit dès-lors s'approcher & même s'emparer du domaine d'un autre. Si ſa marche ſe trouvoit dirigée vers un aſtre plus foible, il commenceroit par lui enlever les ſujets de ſes provinces les plus éloignées, enſuite ceux des provinces intérieures, il les forceroit tous à augmenter ſon cortége en circulant autour de lui, & ſon voiſin dès-lors dénué de ſes ſujets, n'ayant plus ni planètes ni comètes, perdroit en même temps ſa lumière & ſon feu, que leur mouvement ſeul peut exciter & entretenir; dès-lors cet aſtre iſolé n'étant plus maintenu dans ſa place par l'équilibre des forces, ſeroit contraint de changer de lieu en changeant de nature, & devenu corps obſcur obéiroit comme les autres à la puiſſance du conquérant, dont le feu augmenteroit à proportion du nombre de ſes conquêtes.

Car que peut-on dire ſur la nature du Soleil, ſinon que c'eſt un corps d'un prodigieux volume, une maſſe énorme de matière pénétrée de feu, qui paroît ſubſiſter ſans aliment comme dans un métal fondu, ou dans un corps ſolide en incandeſcence! & d'où peut venir cet état conſtant d'incandeſcence, cette production toujours renouvelée d'un feu dont la conſommation ne paroît entretenue par aucun aliment, & dont la déperdition eſt nulle ou du moins inſenſible, quoique conſtante depuis un ſi grand nombre de ſiècles! Y a-t il, peut-il même y avoir une autre cauſe de la production & du maintien de ce feu permanent, ſinon le mouvement rapide de la forte preſſion de tous les corps qui circulent autour de

ce foyer commun, qui l'échauffent & l'embrafent, comme une roue rapidement tournée embrafe fon effieu? La preffion qu'ils exercent en vertu de leur pefanteur équivaut au frottement, & même eft plus puiffante, parce que cette preffion eft une force pénétrante, qui frotte non-feulement la furface extérieure, mais toutes les parties intérieures de la maffe; la rapidité de leur mouvement eft fi grande que le frottement acquiert une force prefque infinie, & met néceffairement toute la maffe de l'effieu dans un état d'incandefcence, de lumière, de chaleur & de feu, qui dès-lors n'a pas befoin d'aliment pour être entretenu, & qui malgré la déperdition qui s'en fait chaque jour par l'émiffion de la lumière, peut durer des fiècles de fiècles fans atténuation fenfible; les autres foleils rendant au nôtre autant de lumière qu'il leur en envoie, & le plus petit atome de feu ou d'une matiere quelconque ne pouvant fe perdre nulle part dans un fyftème où tout s'attire.

Si de cette efquiffe du grand tableau des cieux que je n'ai taché de tracer, que pour me repréfenter la proportion des efpaces & celle du mouvement des corps qui les parcourent; fi de ce point de vue auquel je ne me fuis élevé que pour voir plus clairement combien la Nature doit etre multipliée dans les différentes régions de l'Univers, nous defcendons à cette portion de l'efpace qui nous eft mieux connue, & dans laquelle le Soleil exerce fa puiffance; nous reconnoitrons que quoiqu'il régiffe par fa force tous les corps qui s'y trouvent, il n'a pas

néanmoins la puiſſance de les vivifier ni même celle d'y entretenir la végétation & la vie.

Mercure, qui de tous les corps circulans autour du Soleil, en eſt le plus voiſin, n'en reçoit néanmoins qu'une chaleur $\frac{50}{8}$ fois plus grande que celle que la Terre en reçoit, & cette chaleur $\frac{50}{8}$ fois plus grande que la chaleur envoyée du Soleil à la Terre, bien loin d'être brûlante comme on l'a toujours cru, ne ſeroit pas aſſez grande pour maintenir la pleine vigueur de la Nature vivante, car la chaleur actuelle du Soleil ſur la Terre n'étant que $\frac{1}{50}$ de celle de la chaleur propre du globe terreſtre, celle du Soleil ſur Mercure eſt par conſéquent $\frac{50}{400}$ ou $\frac{1}{8}$ de la chaleur actuelle de la Terre. Or ſi l'on diminuoit des trois quarts & demi la chaleur qui fait aujourd'hui la température de la Terre, il eſt ſûr que la Nature vivante ſeroit au moins bien engourdie, ſuppoſé qu'elle ne fût pas éteinte. Et puiſque le feu du Soleil ne peut pas ſeul maintenir la Nature organiſée dans la planète la plus voiſine, combien à plus forte raiſon ne s'en faut-il pas qu'il puiſſe vivifier celles qui en ſont plus éloignées! il n'envoie à Vénus qu'une chaleur $\frac{50}{2\frac{1}{50}}$ fois plus grande que celle qu'il envoie à la Terre, & cette chaleur $\frac{50}{2\frac{1}{50}}$ fois plus grande que celle du Soleil ſur la Terre, bien loin d'être aſſez forte pour maintenir la Nature vivante, ne ſuffiroit certainement pas pour entretenir la liquidité des eaux, ni peut-être même la fluidité de l'air, puiſque notre température actuelle ſe trouveroit refroidie à $\frac{2}{49}$ ou

à $\frac{1}{24\frac{1}{2}}$, ce qui eſt tout près du terme $\frac{1}{25}$ que nous avons donné comme la limite extrême de la plus petite chaleur, relativement à la Nature vivante. Et à l'égard de Mars, de Jupiter, de Saturne & de tous leurs Satellites, la quantité de chaleur que le Soleil leur envoie eſt ſi petite en comparaiſon de celle qui eſt néceſſaire au maintien de la Nature, qu'on pourroit la regarder comme de nul effet, ſur-tout dans les deux plus groſſes planètes, qui néanmoins paroiſſent être les objets eſſentiels du ſyſtème ſolaire.

Toutes les planètes, ſans même en excepter Mercure, ſeroient donc & auroient toujours été des volumes auſſi grands qu'inutiles, d'une matière plus que brute, profondément gelée, & par conſéquent des lieux inhabités de tous les temps, inhabitables à jamais ſi elles ne renfermoient pas au-dedans d'elles-mêmes des tréſors d'un feu bien ſupérieur à celui qu'elles reçoivent du Soleil. Cette quantité de chaleur que notre globe poſsède en propre, & qui eſt 50 fois plus grande que la chaleur qui lui vient du Soleil, eſt en effet le tréſor de la Nature, le vrai fonds du feu qui nous anime, ainſi que tous les êtres; c'eſt cette chaleur intérieure de la Terre qui fait tout germer, tout éclore; c'eſt elle qui conſtitue l'élément du feu, proprement dit, élément qui ſeul donne le mouvement aux autres élémens, & qui, s'il étoit réduit à $\frac{1}{50}$, ne pourroit vaincre leur réſiſtance, & tomberoit lui-même dans l'inertie; or cet élément, le ſeul actif, le ſeul qui

puiſſe rendre l'air fluide, l'eau liquide, & la Terre pénétrable, n'auroit-il été donné qu'au ſeul globe terreſtre! L'analogie nous permet-elle de douter que les autres planètes ne contiennent de même une quantité de chaleur qui leur appartient en propre, & qui doit les rendre capables de recevoir & de maintenir la Nature vivante! N'eſt-il pas plus grand, plus digne de l'idée que nous devons avoir du Créateur, de penſer que par-tout il existe des êtres qui peuvent le connoître & célébrer ſa gloire, que de dépeupler l'Univers, à l'exception de la Terre, & de le dépouiller de tous êtres ſenſibles, en le réduiſant à une profonde ſolitude, où l'on ne trouveroit que le déſert de l'eſpace, & les épouvantables maſſes d'une matière entièrement inanimée!

Il eſt donc néceſſaire, puiſque la chaleur du Soleil eſt ſi petite ſur la Terre & ſur les autres planètes, que toutes poſsèdent une chaleur qui leur appartient en propre, & nous devons rechercher d'où provient cette chaleur qui ſeule peut conſtituer l'élément du feu dans chacune des planètes. Or, où pourrons-nous puiſer cette grande quantité de chaleur, ſi ce n'eſt dans la ſource même de toute chaleur, dans le Soleil ſeul, de la matière duquel les planètes ayant été formées & projetées par une ſeule & même impulſion, auront toutes conſervé leur mouvement dans le même ſens, & leur chaleur à proportion de leur groſſeur & de leur denſité. Quiconque pèſera la valeur de ces analogies & ſentira la force de leurs rapports, ne pourra guère douter

douter que les planètes ne ſoient iſſues & ſorties du Soleil, par le choc d'une Comète, parce qu'il n'y a dans le ſyſtème ſolaire que les Comètes qui ſoient des corps aſſez puiſſans & en aſſez grand mouvement, pour pouvoir communiquer une pareille impulſion aux maſſes de matière qui compoſent les planètes. Si l'on réunit à tous les faits ſur leſquels j'ai fondé cette hypothèſe *(b)*, le nouveau fait de la chaleur propre de la Terre & de l'inſuffiſance de celle du Soleil pour maintenir la Nature, on demeurera perſuadé, comme je le ſuis, que dans le temps de leur formation, les Planètes & la Terre étoient dans un état de liquéfaction, enſuite dans un état d'incandeſcence, & enfin dans un état ſucceſſif de chaleur, toujours décroiſſante depuis l'incandeſcence juſqu'à la température actuelle.

Car y a-t-il moyen de concevoir autrement l'origine & la durée de cette chaleur propre de la Terre? comment imaginer que le feu qu'on appelle *central*, pût ſubſiſter *en effet* au fond du globe ſans air, c'eſt-à-dire, ſans ſon premier aliment; & d'où viendroit ce feu qu'on ſuppoſe renfermé dans le centre du globe, quelle ſource, quelle origine pourra-t-on lui trouver! Deſcartes avoit déjà penſé que la Terre & les Planètes n'étoient que de petits Soleils *encroûtés*, c'eſt-à-dire, éteints. Léibnitz n'a pas héſité à prononcer que le globe terreſtre devoit ſa forme & la conſiſtance de ſes matières à l'élément du

(b) Voyez dans le premier volume de cet Ouvrage, l'article qui a pour titre : *De la formation des Planètes.*

feu ; & néanmoins ces deux grands Philoſophes n'avoient pas, à beaucoup près, autant de faits, autant d'obſervations qu'on en a raſſemblés & acquis de nos jours, ces faits ſont actuellement en ſi grand nombre & ſi bien conſtatés, qu'il me paroît plus que probable, que la Terre, ainſi que les Planètes, ont été projetées hors du Soleil, & par conſéquent composées de la même matière, qui d'abord étant en liquéfaction, a obéi à la force centrifuge en même temps qu'elle ſe raſſembloit par celle de l'attraction ; ce qui a donné à toutes les Planètes la forme renflée ſous l'Équateur, & aplatie ſous les pôles, en raiſon de la vîteſſe de leur rotation ; qu'enſuite ce grand feu s'étant peu à peu diſſipé, l'état d'une température bénigne & convenable à la Nature organiſée a ſuccédé ou plus tôt ou plus tard dans les différentes Planètes, ſuivant la différence de leur épaiſſeur & de leur denſité. Et quand même il y auroit pour la Terre & pour les Planètes d'autres cauſes particulières de chaleur qui ſe combineroient avec celles dont nous avons calculé les effets, nos réſultats n'en ſont pas moins curieux, & n'en ſeront que plus utiles à l'avancement des Sciences. Nous parlerons ailleurs de ces cauſes particulières de chaleur ; tout ce que nous en pouvons dire ici, pour ne pas compliquer les objets, c'eſt que ces cauſes particulières pourront prolonger encore le temps du refroidiſſement du globe & la durée de la Nature vivante, au-delà des termes que nous avons indiqués.

Mais, me dira-t-on, votre théorie eſt-elle également

bien fondée dans tous les points qui lui servent de base! il est vrai, d'après vos expériences, qu'un globe gros comme la Terre & composé des mêmes matières, ne pourroit se refroidir, depuis l'incandescence à la température actuelle, qu'en 74 mille ans, & que pour l'échauffer jusqu'à l'incandescence, il faudroit la quinzième partie de ce temps, c'est-à-dire, environ cinq mille ans, & encore faudroit-il que ce globe fût environné pendant tout ce temps du feu le plus violent; dès-lors il y a, comme vous le dites, de fortes présomptions que cette grande chaleur de la Terre n'a pu lui être communiquée de loin, & que par conséquent la matière terrestre a fait autrefois partie de la masse du Soleil; mais il ne paroit pas également prouvé que la chaleur de cet astre sur la Terre, ne soit aujourd'hui que $\frac{1}{50}$ de la chaleur propre du globe. Le témoignage de nos sens semble se refuser à cette opinion que vous donnez comme une vérité constante, & quoiqu'on ne puisse pas douter que la Terre n'ait une chaleur propre qui nous est démontrée par sa température toujours égale dans tous les lieux profonds où le froid de l'air ne peut communiquer, en résulte-t-il que cette chaleur qui ne nous paroît être qu'une température médiocre, soit néanmoins cinquante fois plus grande que la chaleur du Soleil qui semble nous brûler!

Je puis satisfaire pleinement à ces objections, mais il faut auparavant réfléchir avec moi sur la nature de nos sensations. Une différence très-légère, & souvent imperceptible dans la réalité ou dans la mesure des causes qui

nous affectent, en produit une prodigieuse dans leurs effets. Y a-t-il rien de plus voisin du très-grand plaisir que la douleur, & qui peut assigner la distance entre le chatouillement vif qui nous remue délicieusement, & le frottement qui nous blesse, entre le feu qui nous réchauffe & celui qui nous brûle, entre la lumière qui réjouit nos yeux & celle qui les offusque, entre la saveur qui flatte notre goût & celle qui nous déplaît, entre l'odeur dont une petite dose nous affecte agréablement d'abord & bientôt nous donne des nausées! On doit donc cesser d'être étonné qu'une petite augmentation de chaleur telle que $\frac{1}{50}$ puisse nous paroître si sensible, & que les limites du plus grand chaud de l'été, au plus grand froid de l'hiver, soient entre 7 & 8, comme l'a dit M. Amontons, ou même entre 31 & 32, comme M. de Mairan l'a trouvé en prenant tous les résultats des observations faites sur cela pendant cinquante-six années consécutives.

Mais il faut avouer que si l'on vouloit juger de la chaleur réelle du globe, d'après les rapports que ce dernier Auteur nous a donnés des émanations de la chaleur terrestre aux accessions de la chaleur solaire dans ce climat, il se trouveroit que leur rapport étant à peu près : : 29 : 1 en été, & : : 471 ou même : : 491 en hiver : 1; il se trouveroit, dis-je, en joignant ces deux rapports, que la chaleur solaire ne seroit à la chaleur terrestre que : : $\frac{1}{500}$: 2, ou : : $\frac{1}{250}$: 1. Mais cette estimation seroit fautive, & l'erreur deviendroit d'autant plus grande que les climats seroient plus froids. Il n'y a donc que celui de

l'équateur jufqu'aux tropiques, où la chaleur étant en toutes faifons prefque égale, on puiffe établir avec fondement la proportion entre la chaleur des émanations de la Terre & des acceffions de la chaleur folaire. Or ce rapport dans tout ce vafte climat, où les étés & les hivers font prefque égaux, eft à très-peu près : : 50 : 1. C'eft par cette raifon que j'ai adopté cette proportion, & que j'en ai fait la bafe du calcul de mes recherches.

Néanmoins je ne prétends pas affurer affirmativement que la chaleur propre de la Terre foit réellement cinquante fois plus grande que celle qui lui vient du Soleil; comme cette chaleur du globe appartient à toute la matière terreftre, dont nous faifons partie, nous n'avons point de mefure que nous puiffions en féparer, ni par conféquent d'unité fenfible & réelle à laquelle nous puiffions la rapporter. Mais quand même on voudroit que la chaleur folaire fût plus grande ou plus petite que nous ne l'avons fuppofée, relativement à la chaleur terreftre, notre théorie ne changeroit que par la proportion des réfultats.

Par exemple, fi nous renfermons toute l'étendue de nos fenfations du plus grand chaud au plus grand froid dans les limites données par les obfervations de M. Amontons, c'eft-à-dire, entre 7 & 8 ou dans $\frac{1}{8}$, & qu'en même temps nous fuppofions que la chaleur du Soleil peut produire feule cette différence de nos fenfations, on aura dès-lors la proportion de 8 à 1 de la chaleur propre du globe terreftre à celle qui lui vient du

Soleil, & par conséquent la compenſation que fait actuellement ſur la Terre cette chaleur du Soleil ſeroit de $\frac{1}{8}$, & la compenſation qu'elle a faite dans le temps de l'incandeſcence aura été $\frac{1}{200}$. Ajoutant ces deux termes, on a $\frac{26}{200}$, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$ moitié de la ſomme de tous les termes de la diminution de la chaleur, donnent $\frac{325}{200}$ ou 1 $\frac{5}{8}$ pour la compenſation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant la période de 74047 ans du refroidiſſement de la Terre à la température actuelle. Et comme la perte totale de la chaleur propre eſt à la compenſation totale, en même raiſon que le temps de la période eſt à celui du refroidiſſement, on aura 25 : 1 $\frac{5}{8}$: : 74047 : 4813 $\frac{1}{25}$, en ſorte que le refroidiſſement du globe de la Terre, au lieu de n'avoir été prolongé que de 770 ans, l'auroit été de 4813 $\frac{1}{25}$ ans; ce qui joint au prolongement plus long que produiroit auſſi la chaleur de la Lune dans cette ſuppoſition, donneroit plus de 5000 ans, dont il faudroit encore reculer la date de la formation des planètes.

Si l'on adopte les limites données par M. de Mairan, qui ſont de 31 à 32, & qu'on ſuppoſe que la chaleur ſolaire n'eſt que $\frac{1}{32}$ de celle de la Terre, on n'aura que le quart de ce prolongement, c'eſt-à-dire, environ 1250 ans, au lieu de 770 que donne la ſuppoſition de $\frac{1}{50}$ que nous avons adoptée.

Mais au contraire, ſi l'on ſuppoſoit que la chaleur du Soleil n'eſt que $\frac{1}{250}$ de celle de la Terre, comme cela paroît réſulter des obſervations faites au climat de

Paris, on auroit pour la compenſation dans le temps de l'incandeſcence $\frac{1}{6250}$, & $\frac{1}{250}$ pour la compenſation à la fin de la période de 74047 ans du refroidiſſement du globe terreſtre à la température actuelle, & l'on trouveroit $\frac{13}{250}$ pour la compenſation totale, faite par la chaleur du Soleil pendant cette période, ce qui ne donneroit que 154 ans, c'eſt-à-dire, le cinquième de 770 ans pour le temps du prolongement du refroidiſſement. Et de même, ſi au lieu de $\frac{1}{50}$, nous ſuppoſions que la chaleur ſolaire fût $\frac{1}{10}$ de la chaleur terreſtre, nous trouverions que le temps du prolongement ſeroit cinq fois plus long, c'eſt-à-dire, de 3850 ans ; en ſorte que plus on voudra augmenter la chaleur qui nous vient du Soleil, relativement à celle qui émane de la Terre, & plus on étendra la durée de la Nature, & l'on reculera le terme de l'antiquité du monde, car en ſuppoſant que cette chaleur du Soleil ſur la Terre fût égale à la chaleur propre du globe, on trouveroit que le temps du prolongement ſeroit de 38504 ans, ce qui par conſéquent donneroit à la Terre 38 ou 39 mille ans d'ancienneté de plus.

Si l'on jette les yeux ſur la Table que M. de Mairan a dreſſée avec grande exactitude, & dans laquelle il donne la proportion de la chaleur qui nous vient du Soleil, à celle qui émane de la Terre dans tous les climats, on y reconnoîtra d'abord un fait bien avéré, c'eſt que dans tous les climats où l'on a fait des obſervations, les étés ſont égaux, tandis que les hivers ſont prodigieuſement inégaux ; ce ſavant Phyſicien attribue

cette égalité conſtante de l'intenſité de la chaleur pendant l'été dans tous les climats, à la compenſation réciproque de la chaleur ſolaire, & de la chaleur des émanations du feu central : *Ce n'eſt donc pas ici* (dit-il page 253) *une affaire de choix, de ſyſtème ou de convenance, que cette marche alternativement décroiſſante & croiſſante des émanations centrales en inverſe des étés ſolaires, c'eſt le fait même, &c.* en ſorte que ſelon lui, les émanations de la chaleur de la Terre croiſſent ou décroiſſent préciſément dans la même raiſon que l'action de la chaleur du Soleil décroit & croît dans les différens climats; & comme cette proportion d'accroiſſement & de décroiſſement entre la chaleur terreſtre & la chaleur ſolaire, lui paroît, avec raiſon, tres-étonnante ſuivant ſa théorie, & qu'en méme temps il ne peut pas douter du fait; il tâche de l'expliquer en diſant: *que le globe terreſtre étant d'abord une pâte molle de terre & d'eau, venant à tourner ſur ſon axe, & continuellement expoſée aux rayons du Soleil, ſelon tous les aſpects annuels des climats, s'y ſera durcie vers la ſurface, & d'autant plus profondément, que ſes parties y ſeront plus exactement expoſées. Et ſi un terrein plus dur, plus compacte, plus épais, & en général plus difficile à pénétrer, devient dans ces mêmes rapports un obſtacle d'autant plus grand aux émanations du feu intérieur de la Terre,* COMME IL EST ÉVIDENT QUE CELA DOIT ARRIVER; *ne voilà-t-il pas dès-lors ces obſtacles en raiſon directe des différentes chaleurs de l'été ſolaire, & les émanations centrales en inverſe de ces mêmes chaleurs! & qu'eſt-ce alors autre choſe que l'inégalité univerſelle des étés! car*

car ſuppoſant ces obſtacles ou ces retranchemens de chaleur faits à l'émanation conſtante & primitive, exprimés par les valeurs même des étés ſolaires, c'eſt-à-dire, dans la plus parfaite & la plus viſible de toutes les proportionnalités, l'égalité; il eſt clair qu'on ne retranche d'un côté à la même grandeur que ce qu'on y ajoute de l'autre, & que par conſéquent les ſommes ou les étés en ſeront toujours & par-tout les mêmes. Voilà donc (ajoute-t-il) *cette égalité ſurprenante des étés dans tous les climats de la Terre, ramenée à un principe intelligible; ſoit que la Terre d'abord fluide ait été durcie enſuite par l'action du Soleil, du moins vers les dernières couches qui la compoſent; ſoit que Dieu l'ait créée tout d'un coup dans l'état où les cauſes phyſiques & les loix du mouvement l'auroient amenée.* Il me ſemble que l'Auteur auroit mieux fait de s'en tenir bonnement à cette dernière cauſe qui diſpenſe de toutes recherches & de toutes ſpéculations, que de donner une explication qui pèche non-ſeulement dans le principe, mais dans preſque tous les points des conſéquences qu'on en pourroit tirer.

Car y a-t-il rien de plus indépendant l'un de l'autre que la chaleur qui appartient en propre à la Terre, & celle qui lui vient du dehors? eſt-il naturel, eſt-il même raiſonnable d'imaginer qu'il exiſte réellement dans la Nature une loi de calcul, par laquelle les émanations de cette chaleur intérieure du globe, ſuivroient exactement l'inverſe des acceſſions de la chaleur du Soleil ſur la Terre! & cela dans une proportion ſi préciſe, que

l'augmentation des unes, compenſeroit exactement la diminution des autres. Il ne faut qu'un peu de réflexion pour ſe convaincre que ce rapport purement idéal, n'eſt nullement fondé, & que par conſéquent le fait très-réel de l'égalité des étés ou de l'égale intenſité de chaleur en été dans tous les climats ne dérive pas de cette combinaiſon précaire dont ce Phyſicien fait un principe, mais d'une cauſe toute différente que nous allons expoſer.

Pourquoi dans tous les climats de la Terre, où l'on a fait des obſervations ſuivies avec des thermomètres comparables, ſe trouve-t-il que les étés, (c'eſt-à-dire l'intenſité de la chaleur en été) ſont égaux, tandis que les hivers (c'eſt-à-dire l'intenſité de la chaleur en hiver) ſont prodigieuſement différens & d'autant plus inégaux qu'on s'avance plus vers les zones froides? voilà la queſtion, le fait eſt vrai, mais l'explication qu'en donne l'habile Phyſicien que je viens de citer, me paroît plus que gratuite; elle nous renvoie directement aux cauſes finales qu'il croyoit éviter, car n'eſt-ce pas nous dire pour toute explication, que le Soleil & la Terre ont d'abord été dans un état tel que la chaleur de l'un pouvoit cuire les couches extérieures de l'autre, & les durcir préciſément à un tel degré, que les émanations de la chaleur terreſtre trouveroient toujours des obſtacles à leur ſortie, qui ſeroient exactement en proportion des facilités avec leſquelles la chaleur du Soleil arrive à chaque climat; & que de cette admirable contexture des couches de la Terre qui permettent plus ou moins l'iſſue

des émanations du feu central, il résulte sur la surface de la Terre une compensation exacte de la chaleur solaire & de la chaleur terrestre, ce qui néanmoins rendroit les hivers égaux par-tout aussi-bien que les étés; mais que dans la réalité, comme il n'y a que les étés d'égaux dans tous les climats, & que les hivers y sont au contraire prodigieusement inégaux, il faut bien que ces obstacles mis à la liberté des émanations centrales, soient encore plus grands qu'on ne vient de les supposer, & qu'ils soient en effet & très-réellement dans la proportion qu'exige l'inégalité des hivers des différens climats! Or qui ne voit que ces petites combinaisons ne sont point entrées dans le plan du souverain Être, mais seulement dans la tête du Physicien, qui ne pouvant expliquer cette égalité des étés & cette inégalité des hivers, a eu recours à deux suppositions qui n'ont aucun fondement, & à des combinaisons qui n'ont pu même à ses yeux avoir d'autre mérite que celui de s'accommoder à sa théorie; & de ramener, comme il le dit, cette égalité *surprenante* des étés à un *principe intelligible!* Mais ce principe une fois entendu n'est qu'une combinaison de deux suppositions, qui toutes deux sont de l'ordre de celles qui rendroient possible l'impossible, & dès-lors présenteroient en effet l'absurde comme intelligible.

Tous les Physiciens qui se sont occupés de cet objet, conviennent avec moi que le globe terrestre possède en propre une chaleur indépendante de celle qui lui vient du Soleil; dès-lors n'est-il pas évident que cette chaleur

propre ſeroit égale ſur tous les points de la ſurface du globe, abſtraction faite de celle du Soleil, & qu'il n'y auroit d'autre différence à cet égard que celle qui doit réſulter du renflement de la Terre à l'Équateur, & de ſon aplatiſſement ſous les pôles! différence qui étant en même raiſon à peu-près que les deux diamètres, n'excède pas $\frac{1}{230}$; en ſorte que la chaleur propre du ſphéroïde terreſtre doit être de $\frac{1}{230}$ plus grande ſous l'équateur que ſous les pôles. La déperdition qui s'en eſt faite & le temps du refroidiſſement doit donc avoir été plus prompt dans les climats ſeptentrionaux, où l'épaiſſeur du globe eſt moins grande que dans les climats du midi; mais cette différence de $\frac{1}{230}$ ne peut pas produire celle de l'inégalité des émanations centrales, dont le rapport à la chaleur du Soleil en hiver étant : : 50 : 1 dans les climats voiſins de l'Équateur, ſe trouve déjà double au 27.ᵉ degré, triple au 35.ᵉ, quadruple au 40.ᵉ, décuple au 49.ᵉ, & 35 fois plus grand au 60.ᵉ degré de latitude. Cette cauſe qui ſe préſente la première contribue au froid des climats ſeptentrionaux, mais elle eſt inſuffiſante pour l'effet de l'inégalité des hivers, puiſque cet effet ſeroit 35 fois plus grand que ſa cauſe au 60.ᵉ degré, plus grand encore & même exceſſif dans les climats plus voiſins du pôle, & qu'en même temps il ne ſeroit nulle part proportionnel à cette même cauſe.

D'autre côté, ce ſeroit ſans aucun fondement qu'on voudroit ſoutenir que dans un globe qui a reçu ou qui poſſède un certain degré de chaleur, il pourroit y avoir

des parties beaucoup moins chaudes les unes que les autres. Nous connoiſſons aſſez le progrès de la chaleur & les phénomènes de ſa communication pour être aſſurés qu'elle ſe diſtribue toujours également, puiſqu'en appliquant un corps, même froid, ſur un corps chaud, celui-ci communiquera néceſſairement à l'autre aſſez de chaleur pour que tous deux ſoient bientôt au même degré de température. L'on ne doit donc pas ſuppoſer qu'il y ait vers le climat des pôles des couches de matières moins chaudes, moins perméables à la chaleur que dans les autres climats, car de quelque nature qu'on les voulût ſuppoſer, l'expérience nous démontre qu'en un très-petit temps elles ſeroient devenues auſſi chaudes que les autres.

Les grands froids du nord ne viennent donc pas de ces prétendus obſtacles qui s'oppoſeroient à la ſortie de la chaleur, ni de la petite différence que doit produire celle des diamètres du ſphéroïde terreſtre, & il m'a paru, après y avoir réfléchi, qu'on devoit attribuer l'égalité des étés & la grande inégalité des hivers à une cauſe bien plus ſimple, & qui néanmoins a échappé à tous les Phyſiciens.

Il eſt certain que comme la chaleur propre de la Terre eſt beaucoup plus grande que celle qui lui vient du Soleil, les étés doivent paroître à très-peu près égaux par-tout, parce que cette même chaleur du Soleil ne fait qu'une petite augmentation au fonds réel de la chaleur propre, & que par conſéquent ſi cette chaleur

envoyée du Soleil n'eſt que $\frac{1}{50}$ de la chaleur propre du globe, le plus ou moins de ſéjour de cet aſtre ſur l'horizon, ſa plus grande ou ſa moindre obliquité ſur le climat, & même ſon abſence totale ne produiroit que $\frac{1}{50}$ de différence ſur la température du climat, & que dès-lors les étés doivent paroître, & ſont en effet à très-peu près égaux dans tous les climats de la Terre. Mais ce qui fait que les hivers ſont ſi fort inégaux, c'eſt que les émanations de cette chaleur intérieure du globe ſe trouvent en très-grande partie ſupprimées dès que le froid & la gelée reſſerrent & conſolident la ſurface de la terre & des eaux. Comme cette chaleur qui ſort du globe décroît dans les airs à meſure & en même raiſon que l'eſpace augmente, elle a déjà beaucoup perdu à une demi-lieue ou une lieue de hauteur, la ſeule condenſation de l'air par cette cauſe ſuffit pour produire des vents froids qui ſe rabattant ſur la ſurface de la Terre la reſſerrent & la gèlent *(c)*. Tant que dure ce reſſerrement de la couche extérieure de la Terre, les émanations de la chaleur intérieure ſont retenues, & le froid paroît & eſt en effet très-conſidérablement augmenté par cette ſuppreſſion d'une partie de cette chaleur; mais dès que l'air devient plus doux, & que la

(c) On s'aperçoit de ces vents rabattus toutes les fois qu'il doit geler ou tomber de la neige; le vent, ſans même être très-violent, ſe rabat par les cheminées, & chaſſe dans la chambre les cendres du foyer; cela ne manque jamais d'arriver, ſur-tout pendant la nuit, lorſque le feu eſt éteint ou couvert.

couche ſuperficielle du globe perd ſa rigidité, la chaleur retenue pendant tout le temps de la gelée, ſort en plus grande abondance que dans les climats où il ne gèle pas ; en ſorte que la ſomme des émanations de la chaleur devient égale & la même par-tout, & c'eſt par cette raiſon que les plantes végètent plus vîte, & que les récoltes ſe font en beaucoup moins de temps dans les pays du nord ; c'eſt par la même raiſon qu'on y reſſent ſouvent, au commencement de l'été, des chaleurs inſoutenables, &c.

Si l'on vouloit douter de la ſuppreſſion des émanations de la chaleur intérieure par l'effet de la gelée, il ne faut pour s'en convaincre, que ſe rapeler des faits connus de tout le monde. Qu'après une gelée il tombe de la neige, on la verra ſe fondre ſur tous les puits, les aqueducs, les citernes, les ciels de carrière, les voûtes des foſſes ſouterraines ou des galeries des mines, lors même que ces profondeurs, ces puits ou ces citernes ne contiennent point d'eau. Les émanations de la Terre ayant leur libre iſſue par ces eſpèces de cheminées, le terrein qui en recouvre le ſommet n'eſt jamais gelé au même degré que la terre pleine, il permet aux émanations leur cours ordinaire, & leur chaleur ſuffit pour fondre la neige ſur tous ces endroits creux, tandis qu'elle ſubſiſte & demeure ſur tout le reſte de la ſurface où la terre n'eſt point excavée.

Cette ſuppreſſion des émanations de la chaleur propre de la Terre, ſe fait non-ſeulement par la gelée, mais

encore par le ſimple reſſerrement de la Terre, ſouvent occaſionné par un moindre degré de froid que celui qui eſt néceſſaire pour en geler la ſurface. Il y a très-peu de pays où il gèle dans les plaines au-delà du 35.me degré de latitude, ſur-tout dans l'hémiſphère boréal; il ſemble donc que depuis l'Équateur juſqu'au 35.me degré les émanations de la chaleur terreſtre ayant toujours leur libre iſſue, il ne devroit y avoir preſque aucune différence de l'hiver à l'été, puiſque cette différence ne pourroit provenir que de deux cauſes, toutes deux trop petites pour produire un réſultat ſenſible. La première de ces cauſes, eſt la différence de l'action ſolaire, mais comme cette action elle-même eſt beaucoup plus petite que celle de la chaleur terreſtre, leur différence devient dès-lors ſi peu conſidérable, qu'on peut la regarder comme nulle. La ſeconde cauſe eſt l'épaiſſeur du globe qui, vers le 35.me degré, eſt à peu-près de $\frac{1}{590}$ moindre qu'à l'Équateur; mais cette différence ne peut encore produire qu'un très-petit effet, qui n'eſt nullement proportionnel à celui que nous indiquent les obſervations, puiſqu'à 35 degrés le rapport des émanations de la chaleur terreſtre à la chaleur ſolaire, eſt en été de 33 à 1, & en hiver de 153 à 1, ce qui donneroit 186 à 2, ou 93 à 1. Ce ne peut donc être qu'au reſſerrement de la Terre, occaſionné par le froid ou même au froid produit par les pluies durables qui tombent dans ces climats, qu'on peut attribuer cette différence de l'hiver à l'été; le reſ-ſerrement de la Terre par le froid, ſupprime une partie des

des émanations de la chaleur intérieure, & le froid toujours renouvelé par la chute des pluies, diminue l'intensité de cette même chaleur; ces deux causes produisent donc ensemble la différence de l'hiver à l'été.

D'après cet exposé, il me semble que l'on est maintenant en état d'entendre pourquoi les hivers semblent être si différens. Ce point de physique générale n'avoit jamais été discuté, personne avant M. de Mairan, n'avoit même cherché les moyens de l'expliquer, & nous avons démontré précédemment l'insuffisance de l'explication qu'il en donne; la mienne au contraire me paroît si simple & si bien fondée, que je ne doute pas qu'elle ne soit entendue par tous les bons esprits.

Après avoir prouvé que la chaleur qui nous vient du Soleil est fort inférieure à la chaleur propre de notre globe; après avoir exposé, qu'en ne la supposant que de $\frac{1}{50}$, le refroidissement du globe à la température actuelle, n'a pu se faire qu'en 74832 ans; après avoir montré que le temps de ce refroidissement seroit encore plus long, si la chaleur envoyée par le Soleil à la Terre étoit dans un rapport plus grand, c'est-à-dire de $\frac{1}{25}$ ou de $\frac{1}{10}$ au lieu de $\frac{1}{50}$; on ne pourra pas nous blâmer d'avoir adopté la proportion qui nous paroît la plus plausible par les raisons physiques, & en même temps la plus convenable, pour ne pas trop étendre & reculer trop loin les temps du commencement de la Nature, que nous avons fixé à 37 ou 38 mille ans, à dater en arrière de ce jour.

J'avoue néanmoins que ce temps tout considérable qu'il est, ne me paroît pas encore assez grand, assez long pour certains changemens, certaines altérations successives que l'Histoire Naturelle nous démontre, & qui semblent avoir exigé une suite de siècles encore plus longue; je serois donc très-porté à croire, que dans le réel les temps ci-devant indiqués pour la durée de la Nature, doivent être augmentés peut-être du double si l'on veut se trouver à l'aise pour l'explication de tous les phénomènes. Mais je le répete, je m'en suis tenu aux moindres termes, & j'ai restreint les limites du temps autant qu'il étoit possible de le faire, sans contredire les faits & les expériences.

On pourra peut-être chicaner ma théorie par une autre objection qu'il est bon de prévenir. On me dira que j'ai supposé, d'après Newton, la chaleur de l'eau bouillante trois fois plus grande que celle du Soleil d'été, & la chaleur du fer rouge huit fois plus grande que celle de l'eau bouillante, c'est-à-dire vingt-quatre ou vingt-cinq fois plus grande que celle de la température actuelle de la Terre, & qu'il entre de l'hypothétique dans cette supposition, sur laquelle j'ai néanmoins fondé la seconde base de mes calculs, dont les résultats seroient sans doute fort différens, si cette chaleur du fer rouge ou du verre en incandescence, au lieu d'être en effet vingt-cinq fois plus grande que la chaleur actuelle du globe, n'étoit par exemple que cinq ou six fois aussi grande.

Pour sentir la valeur de cette objection, faisons d'abord

le calcul du refroidissement de la Terre, dans cette supposition qu'elle n'étoit dans le temps de l'incandescence que cinq fois plus chaude qu'elle l'est aujourd'hui, en supposant comme dans les autres calculs, que la chaleur solaire n'est que $\frac{1}{50}$ de la chaleur terrestre. Cette chaleur solaire qui fait aujourd'hui compensation de $\frac{1}{50}$, n'auroit fait compensation que de $\frac{1}{250}$ dans le temps de l'incandescence. Ces deux termes ajoutés, donnent $\frac{6}{250}$, qui multipliés par 2 $\frac{1}{2}$ moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur, donnent $\frac{15}{250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant la période entière de la déperdition de la chaleur propre du globe qui est de 74047 ans. Ainsi l'on aura $5 : \frac{15}{250} :: 74047 : 888 \frac{14}{25}$. D'où l'on voit que le prolongement du refroidissement qui, pour une chaleur vingt-cinq fois plus grande que la température actuelle, n'a été que de 770 ans, auroit été de 888 $\frac{14}{25}$ dans la supposition que cette première chaleur n'auroit été que cinq fois plus grande que cette même température actuelle. Cela seul nous fait voir que quand même on voudroit supposer cette chaleur primitive fort au-dessous de vingt-cinq, il n'en résulteroit qu'un prolongement plus long pour le refroidissement du globe, & cela seul me paroit suffire aussi pour satisfaire à l'objection.

Enfin, me dira-t-on, vous avez calculé la durée du refroidissement des planètes, non-seulement par la raison inverse de leurs diamètres, mais encore par la raison

inverſe de leur denſité; cela ſeroit fondé ſi l'on pouvoit imaginer qu'il exiſte en effet des matières dont la denſité ſeroit auſſi différente de celle de notre globe; mais en exiſte-t-il? quelle ſera, par exemple, la matière dont vous composerez Saturne, puiſque ſa denſité eſt plus de cinq fois moindre que celle de la Terre?

A cela je réponds, qu'il ſeroit aiſé de trouver dans le genre végétal des matières cinq ou ſix fois moins denſes qu'une maſſe de fer, de marbre blanc, de grès, de marbre commun & de pierre calcaire dure, dont nous ſavons que la Terre eſt principalement compoſée; mais ſans ſortir du règne minéral, & conſidérant la denſité de ces cinq matières, on a pour celle du fer $21 \frac{10}{72}$, pour celle du marbre blanc $8 \frac{25}{72}$, pour celle du grès $7 \frac{24}{72}$, pour celles du marbre commun & de la pierre calcaire dure $7 \frac{20}{72}$; prenant le terme moyen des denſités de ces cinq matières, dont le globe terreſtre eſt principalement compoſé, on trouve que ſa denſité eſt $10 \frac{5}{18}$. Il s'agit donc de trouver une matière dont la denſité ſoit $1 \frac{891 \frac{1}{9}}{1000}$, ce qui eſt le même rapport de 184, denſité de Saturne, à 1000 denſité de la Terre. Or cette matière ſeroit une eſpèce de pierre ponce un peu moins denſe que la pierre ponce ordinaire, dont la denſité relative eſt ici de $1 \frac{69}{72}$; il paroît donc que Saturne eſt principalement compoſé d'une matière légère ſemblable à la pierre ponce.

De même, la denſité de la Terre étant à celle de

Jupiter : : 1000 : 292, ou : : 10 $\frac{5}{18}$: 3 $\frac{1\frac{1}{9}}{1000}$, on doit croire que Jupiter est composé d'une matière plus dense que la pierre ponce, & moins dense que la craie.

La densité de la Terre étant à celle de la Lune : : 1000 : 702, ou : : 10 $\frac{5}{18}$: 7 $\frac{215}{1000}$; cette planète secondaire est composée d'une matière dont la densité n'est pas tout-à-fait si grande que celle de la pierre calcaire dure, mais plus grande que celle de la pierre calcaire tendre.

La densité de la Terre étant à celle de Mars : : 1000 : 730, ou : : 10 $\frac{5}{18}$: 7 $\frac{502\frac{1}{9}}{1000}$, on doit croire que cette planète est composée d'une matière dont la densité est un peu plus grande que celle du grès, & moins grande que celle du marbre blanc.

Mais la densité de la Terre étant à celle de Vénus : : 1000 : 1270, ou : : 10 $\frac{5}{18}$: 13 $\frac{52\frac{7}{9}}{1000}$, on peut croire que cette planète est principalement composée d'une matière plus dense que l'émeril, & moins dense que le zinc.

Enfin la densité de la Terre étant à celle de Mercure : : 1000 : 2040, ou : : 10 $\frac{5}{18}$: 20 $\frac{966\frac{2}{3}}{1000}$, on doit croire que cette planète est composée d'une matière un peu moins dense que le fer, mais plus dense que l'étain.

Hé comment, dira-t-on, la Nature vivante que vous supposez établie par-tout, peut-elle exister sur des planètes de fer, d'émeril ou de pierre ponce! Par les mêmes causes, répondrai-je, & par les mêmes moyens

qu'elle existe sur le globe terrestre, quoique composé de pierre, de grès, de marbre, de fer & de verre. Il en est des autres planetes comme de notre globe, leur fonds principal est une des matières que nous venons d'indiquer, mais les causes extérieures auront bientôt altéré la couche superficielle de cette matière, & selon les différens degrés de chaleur ou de froid, de sécheresse ou d'humidité, elles auront converti en assez peu de temps cette matière, de quelque nature qu'on la suppose, en une terre féconde & propre à recevoir les germes de la Nature organisée, qui tous n'ont besoin que de chaleur & d'humidité pour se développer.

Après avoir satisfait aux objections qui paroissent se présenter les premières, il est nécessaire d'exposer les faits & les observations par lesquelles on s'est assuré que la chaleur du Soleil n'est qu'un accessoire, un petit complément à la chaleur réelle qui émane continuellement du globe de la Terre; & il sera bon de faire voir en même temps comment les thermomètres comparables nous ont appris d'une manière certaine que le chaud de l'été est égal dans tous les climats de la Terre, à l'exception de quelques endroits, comme le *Sénégal*, & de quelques autres parties de l'Afrique, où la chaleur est plus grande qu'ailleurs, par des raisons particulières dont nous parlerons lorsqu'il s'agira d'examiner les exceptions à cette règle générale.

On peut démontrer par des évaluations incontestables, que la lumière, & par conséquent la chaleur envoyée

du Soleil à la Terre en été est très-grande en comparaison de la chaleur envoyée par ce même astre en hiver, & que néanmoins par des observations très-exactes & très-réitérées, la différence de la chaleur réelle de l'été à celle de l'hiver est fort petite. Cela seul seroit suffisant pour prouver qu'il existe dans le globe terrestre une très-grande chaleur, dont celle du Soleil ne fait que le complément; car en recevant les rayons du Soleil sur le même thermomètre en été & en hiver, M. Amontons a le premier observé, que les plus grandes chaleurs de l'été dans notre climat, ne different du froid de l'hiver, lorsque l'eau se congèle, que comme 7 diffère de 6, tandis qu'on peut démontrer que l'action du Soleil en été est environ 66 fois plus grande que celle du Soleil en hiver; on ne peut donc pas douter qu'il n'y ait un fonds de très-grande chaleur dans le globe terrestre, sur lequel, comme base, s'élèvent les degrés de la chaleur qui nous vient du Soleil, & que les émanations de ce fonds de chaleur à la surface du globe, ne nous donnent une quantité de chaleur beaucoup plus grande que celle qui nous arrive du Soleil.

Si l'on demande comment on a pu s'assurer que la chaleur envoyée par le Soleil en été, est 66 fois plus grande que la chaleur envoyée par ce même astre en hiver dans notre climat; je ne puis mieux répondre qu'en renvoyant aux Mémoires donnés par feu M. de Mairan en 1719, 1722 & 1765, & insérés dans ceux de l'Académie, où il examine avec une attention scrupuleuse

les causes de la vicissitude des saisons dans les différens climats. Ces causes peuvent se réduire à quatre principales, savoir; 1.° l'inclinaison sous laquelle tombe la lumière du soleil suivant les différentes hauteurs de cet astre sur l'horizon; 2.° l'intensité de la lumière, plus ou moins grande, à mesure que son passage dans l'atmosphère est plus ou moins oblique; 3.° la différente distance de la Terre au Soleil en été & en hiver; 4.° l'inégalité de la longueur des jours dans les climats différens. Et en partant du principe que la quantité de la chaleur est proportionnelle à l'action de la lumière, on se démontrera aisément à soi-même, que ces quatre causes réunies, combinées & comparées, diminuent pour notre climat cette action de la chaleur du Soleil, dans un rapport d'environ 66 à 1 du solstice d'été au solstice d'hiver. Et en supposant l'affoiblissement de l'action de la lumière par ces quatre causes, c'est-à-dire, 1.° par la moindre ascension ou élévation du Soleil à midi du solstice d'hiver, en comparaison de son ascension à midi du solstice d'été; 2.° par la diminution de l'intensité de la lumière qui traverse plus obliquement l'atmosphère au solstice d'hiver qu'au solstice d'été; 3.° par la plus grande proximité de la Terre au Soleil en hiver qu'en été; 4.° par la diminution de la continuité de la chaleur, produite par la moindre durée du jour ou par la plus longue absence du Soleil au solstice d'hiver, qui, dans notre climat, est à peu-près double de celle du solstice d'été; on ne pourra pas douter que la différence ne soit en effet très-grande & environ de 66 à 1 dans notre

notre climat, & cette vérité de théorie peut être regardée comme aussi certaine que la seconde vérité qui est d'expérience, & qui nous démontre, par les observations du thermomètre exposé immédiatement aux rayons du Soleil en hiver & en été, que la différence de la chaleur réelle dans ces deux temps, n'est néanmoins tout au plus que de 7 à 6; je dis tout au plus, car cette détermination donnée par M. Amontons, n'est pas à beaucoup près aussi exacte que celle qui a été faite par M. de Mairan, d'après un grand nombre d'observations ultérieures, par lesquelles il prouve que ce rapport est : : 32 : 31. Que doit donc indiquer cette prodigieuse inégalité entre ces deux rapports de l'action de la chaleur solaire en été & en hiver, qui est de 66 à 1, & de celui de la chaleur réelle qui n'est que de 32 à 31 de l'été à l'hiver? N'est-il pas évident que la chaleur propre du globe de la Terre est nombre de fois plus grande que celle qui lui vient du Soleil? il paroit en effet que dans le climat de Paris, cette chaleur de la Terre est 29 fois plus grande en été, & 491 fois plus grande en hiver que celle du Soleil, comme l'a déterminé M. de Mairan. Mais j'ai déjà averti qu'on ne devoit pas conclure de ces deux rapports combinés, le rapport réel de la chaleur du globe de la Terre à celle qui lui vient du Soleil, & j'ai donné les raisons qui m'ont décidé à supposer qu'on peut estimer cette chaleur du Soleil cinquante fois moindre que la chaleur qui émane de la Terre.

Il nous reste maintenant à rendre compte des obser-

vations faites avec les thermomètres. On a recueilli depuis l'année 1701 jusqu'en 1756 inclusivement, le degré du plus grand chaud, & celui du plus grand froid qui s'est fait à Paris chaque année, on en a fait une somme, & l'on a trouvé qu'année commune, tous les thermomètres réduits à la division de Reaumur, ont donné 1026, pour la plus grande chaleur de l'été, c'est-à-dire, 26 degrés au-dessus du point de la congélation de l'eau. On a trouvé de même que le degré commun du plus grand froid de l'hiver, a été pendant ces cinquante-six années de 994, ou de 6 degrés au-dessous de la congélation de l'eau; d'où l'on a conclu avec raison, que le plus grand chaud de nos étés à Paris, ne diffère du plus grand froid de nos hivers que de $\frac{1}{32}$, puisque 994 : 1026 :: 31 : 32. C'est sur ce fondement que nous avons dit que le rapport du plus grand chaud au plus grand froid, n'étoit que :: 32 : 31. Mais on peut objecter contre la précision de cette évaluation le défaut de construction du thermomètre, division de Reaumur, auquel on réduit ici l'échelle de tous les autres, & ce défaut est de ne partir que de mille degrés au-dessous de la glace, comme si ce millième degré étoit en effet celui du froid absolu, tandis que le froid absolu n'existe point dans la Nature, & que celui de la plus petite chaleur, devroit être supposé de dix mille au lieu de mille, ce qui changeroit la graduation du thermomètre. On peut encore dire qu'à la vérité il n'est pas impossible que toutes nos sensations entre le plus grand chaud & le plus

grand froid, soient comprises dans un aussi petit intervalle que celui d'une unité sur 32 de chaleur, mais que la voix du sentiment semble s'élever contre cette opinion, & nous dire que cette limite est trop étroite, & que c'est bien assez réduire cet intervalle que de lui donner un huitième ou un septième au lieu d'un trente-deuxième.

Mais quoi qu'il en soit de cette évaluation qui se trouvera peut-être encore trop forte lorsqu'on aura des thermomètres mieux construits; on ne peut pas douter que la chaleur de la Terre, qui sert de base à la chaleur réelle que nous éprouvons, ne soit très-considérablement plus grande que celle qui nous vient du Soleil, & que cette dernière n'en soit qu'un petit complément. De même, quoique les thermomètres dont on s'est servi pèchent par le principe de leur construction, & par quelques autres défauts dans leur graduation, on ne peut pas douter de la vérité des faits comparés que nous ont appris les observations faites en différens pays avec ces mêmes thermomètres, construits & gradués de la même façon, parce qu'il ne s'agit ici que de vérités relatives & de résultats comparés, & non pas de vérités absolues.

Or de la même manière qu'on a trouvé, par l'observation de cinquante-six années successives, la chaleur de l'été à Paris, de 1026 ou de 26 degrés au-dessus de la congélation, on a aussi trouvé avec les mêmes thermomètres, que cette chaleur de l'été, étoit 1026 dans tous les autres climats de la Terre, depuis l'Équateur

jusque vers le Cercle polaire *(d)*; à Madagascar, aux Isles de France & de Bourbon, à l'île Rodrigue, à Siam, aux Indes orientales; à Alger, à Malte, à Cadix, à Montpellier, à Lyon, à Amsterdam, à Varsovie, à Upsal, à Pétersbourg & jusqu'en Lapponie près du Cercle polaire; à Cayenne, au Pérou, à la Martinique, à Carthagène en Amérique & à Panama; enfin dans tous les climats des deux hémisphères & des deux continens où l'on a pu faire des observations, on a constamment trouvé que la liqueur du thermomètre s'élevoit également à 25, 26 ou 27 degrés dans les jours les plus chauds de l'été; & de-là résulte le fait incontestable de l'égalité de la chaleur en été dans tous les climats de la Terre. Il n'y a sur cela d'autres exceptions que celle du Sénégal, & de quelques autres endroits où le thermomètre s'élève 5 ou 6 degrés de plus, c'est-à-dire, à 31 ou 32 degrés; mais c'est par des causes accidentelles & locales, qui n'altèrent point la vérité des observations ni la certitude de ce fait général, lequel seul pourroit encore nous démontrer qu'il existe réellement une très-grande chaleur dans le globe terrestre, dont l'effet ou les émanations sont à peu-près égales dans tous les points de sa surface, & que le Soleil bien loin d'être la sphère unique de la chaleur qui anime la Nature, n'en est tout au plus que le régulateur.

Ce fait important que nous consignons à la postérité,

(d) Voyez sur cela les Mémoires de feu M. de Reaumur, dans ceux de l'Academie, *années 1735 & 1741*; & aussi les Mémoires de feu M. de Mairan, dans ceux de l'année *1765, page 213*.

lui ſera reconnoître la progreſſion réelle de la diminution de la chaleur du globe terreſtre, que nous n'avons pu déterminer que d'une manière hypothétique ; on verra dans quelques ſiècles, que la plus grande chaleur de l'été, au lieu d'élever la liqueur du thermometre à 26, ne l'élevera plus qu'à 25, à 24 ou au-deſſous, & on jugera par cet effet, qui eſt le réſultat de toutes les cauſes combinées, de la valeur de chacune des cauſes particulières qui produiſent l'effet total de la chaleur à la ſurface du globe ; car indépendamment de la chaleur qui appartient en propre à la Terre, & qu'elle poſsède dès le temps de l'incandeſcence, chaleur dont la quantité eſt très-conſidérablement diminuée, & continuera de diminuer dans la ſucceſſion des temps ; indépendamment de la chaleur qui nous vient du Soleil, qu'on peut regarder comme conſtante, & qui par conſéquent ſera dans la ſuite une plus grande compenſation qu'aujourd'hui à la perte de cette chaleur propre du globe ; il y a encore deux autres cauſes particulières qui peuvent ajouter une quantité conſidérable de chaleur à l'effet des deux premières, qui ſont les ſeules dont nous ayons fait juſqu'ici l'évaluation.

L'une de ces cauſes particulières, provient en quelque façon de la première cauſe générale, & peut y ajouter quelque choſe. Il eſt certain que dans le temps de l'incandeſcence, & dans tous les ſiècles ſubſéquens, juſqu'à celui du refroidiſſement de la Terre, au point de pouvoir la toucher, toutes les matières volatiles ne pouvoient réſider à la ſurface ni même dans l'intérieur du globe ;

elles étoient élevées & répandues en forme de vapeurs, & n'ont pu se déposer que successivement à mesure qu'il se refroidissoit. Ces matières ont pénétré par les fentes & les crevasses de la Terre à d'assez grandes profondeurs, en une infinité d'endroits; c'est-là le fonds primitif des volcans, qui, comme l'on sait, se trouvent tous dans les hautes montagnes, où les fentes de la Terre sont d'autant plus grandes, que ces pointes du globe sont plus avancées, plus isolées: ce dépôt des matières volatiles du premier âge aura été prodigieusement augmenté par l'addition de toutes les matières combustibles, dont la formation est des âges subséquens. Les pyrites, les soufres, les charbons de terre, les bitumes, &c. ont pénétré dans les cavités de la Terre, & ont produit presque par-tout de grands amas de matières inflammables, & souvent des incendies qui se manifestent par des tremblemens de terre, par l'éruption des volcans, & par les sources chaudes qui découlent des montagnes, ou sourdissent à l'intérieur dans les cavités de la Terre. On peut donc présumer que ces feux souterreins, dont les uns brûlent, pour ainsi dire, sourdement & sans explosion, & dont les autres éclatent avec tant de violence, augmentent un peu l'effet de la chaleur générale du globe. Néanmoins cette addition de chaleur ne peut être que très-petite, car on a observé qu'il fait à très-peu près aussi froid au-dessus des volcans qu'au-dessus des autres montagnes à la même hauteur, à l'exception des temps où le volcan travaille & jette au dehors des vapeurs enflammées ou des matières brûlantes.

Cette cauſe particulière de chaleur ne me paroît donc pas mériter autant de conſidération que lui en ont donné quelques Phyſiciens.

Il n'en eſt pas de même d'une ſeconde cauſe à laquelle il ſemble qu'on n'a pas penſé, c'eſt le mouvement de la Lune autour de la Terre. Cette planète ſecondaire fait ſa révolution autour de nous en 27 jours un tiers environ, & étant éloignée à 85 mille 325 lieues, elle parcourt une circonférence de 536 mille 329 lieues dans cet eſpace de temps, ce qui fait un mouvement de 817 lieues par heure, ou de 13 à 14 lieues par minute; quoique cette marche ſoit peut-être la plus lente de tous les corps céleſtes, elle ne laiſſe pas d'être aſſez rapide pour produire ſur la Terre qui ſert d'eſſieu ou de pivot à ce mouvement, une chaleur conſidérable par le frottement qui réſulte de la charge & de la vîteſſe de cette planète. Mais il ne nous eſt pas poſſible d'évaluer cette quantité de chaleur produite par cette cauſe extérieure, parce que nous n'avons rien juſqu'ici qui puiſſe nous ſervir d'unité ou de terme de comparaiſon. Mais ſi l'on parvient jamais à connoître le nombre, la grandeur & la vîteſſe de toutes les comètes, comme nous connoiſſons le nombre, la grandeur & la vîteſſe de toutes les planètes qui circulent autour du Soleil, on pourra juger alors de la quantité de chaleur que la Lune peut donner à la Terre, par la quantité beaucoup plus grande de feu que tous ces vaſtes corps excitent dans le Soleil. Et je ſerois fort porté à croire que la chaleur produite par

cette cauſe dans le globe de la Terre, ne laiſſe pas de faire une partie aſſez conſidérable de ſa chaleur propre; & qu'en conſéquence il faut encore étendre les limites des temps pour la durée de la Nature. Mais revenons à notre principal objet.

Nous avons vu que les étés ſont à très-peu près égaux dans tous les climats de la Terre, & que cette vérité eſt appuyée ſur des faits inconteſtables; mais il n'en eſt pas de même des hivers, ils ſont très-inégaux, & d'autant plus inégaux dans les différens climats, qu'on s'éloigne plus de celui de l'Équateur, où la chaleur en hiver & en été eſt à peu-près la même. Je crois en avoir donné la raiſon dans le cours de ce Mémoire, & avoir expliqué d'une manière ſatisfaiſante la cauſe de cette inégalité, par la ſuppreſſion des émanations de la chaleur terreſtre. Cette ſuppreſſion eſt, comme je l'ai dit, occaſionnée par les vents froids qui ſe rabattent du haut de l'air, reſſerrent les terres, glacent les eaux & renferment les émanations de la chaleur terreſtre pendant tout le temps que dure la gelée, en ſorte qu'il n'eſt pas étonnant que le froid des hivers, ſoit en effet d'autant plus grand que l'on avance davantage vers les climats, où la maſſe de l'air recevant plus obliquement les rayons du Soleil eſt par cette raiſon la plus froide.

Mais il y a pour le froid comme pour le chaud quelques contrées ſur la Terre qui ſont une exception à la règle générale. Au Sénégal, en Guinée, à Angole, & probablement dans tous les pays où l'on trouve l'eſpèce humaine

humaine teinte de noir, comme en Nubie, à la terre des Papous, dans la nouvelle Guinée, &c. il eſt certain que la chaleur eſt plus grande que dans tout le reſte de la Terre; mais c'eſt par des cauſes locales, dont nous avons donné l'explication dans le troiſième volume de cet Ouvrage *(e)*. Ainſi dans ces climats particuliers où le vent d'eſt regne pendant toute l'année, & paſſe avant d'arriver ſur une étendue de terre très-conſidérable où il prend une chaleur brûlante, il n'eſt pas étonnant que la chaleur ſe trouve plus grande de 5, 6 & même 7 degrés qu'elle ne l'eſt par-tout ailleurs. Et de même les froids exceſſifs de la Sibérie ne prouvent rien autre choſe, ſinon que cette partie de la ſurface du globe eſt beaucoup plus élevée que toutes les terres adjacentes. *Les pays Aſiatiques ſeptentrionaux*, dit le baron de Strahlenberg, *ſont conſidérablement plus élevés que les Européens, ils le ſont comme une table l'eſt en comparaiſon du plancher ſur lequel elle eſt poſée; car lorſqu'en venant de l'oueſt & ſortant de la Ruſſie on paſſe à l'eſt par les monts Riphées & Rymniques pour entrer en Sibérie, on avance toujours plus en montant qu'en deſcendant (f). Il y a bien des plaines en Sibérie*, dit M. Gmelin, *qui ne ſont pas moins élevées au-deſſus du reſte de la terre, ni moins éloignées de ſon centre, que ne le ſont d'aſſez hautes montagnes en pluſieurs autres régions (g).* Ces plaines de Sibérie paroiſſent être

---

(e) Voyez l'Hiſtoire Naturelle, *tome III, art.* Variétés de l'eſpèce humaine, *page 510 & ſuivantes.*

(f) Deſcription de l'empire Ruſſien, Traduction françoiſe, *tome I.er*, *page 322*, d'après l'Allemand, imprimée à Stockolm en 1730.

(g) *Flora Siberica, Præf.* pag. 58 & 64.

en effet tout auſſi hautes que le ſommet des monts Riphées, ſur lequel la glace & la neige ne fondent pas entièrement pendant l'été: Et ſi ce même effet n'arrive pas dans les plaines de Sibérie, c'eſt parce qu'elles ſont moins iſolées, car cette circonſtance locale fait encore beaucoup à la durée & à l'intenſité du froid ou du chaud. Une vaſte plaine une fois échauffée conſervera ſa chaleur plus long-temps qu'une montagne iſolée, quoique toutes deux également élevées, & par cette même raiſon la montagne une fois refroidie, conſervera ſa neige ou ſa glace plus long-temps que la plaine.

Mais ſi l'on compare l'excès du chaud à l'excès du froid produit par ces cauſes particulières & locales, on ſera peut-être ſurpris de voir que dans les pays tels que le Sénégal, où la chaleur eſt la plus grande, elle n'excède néanmoins que de 7 degrés la plus grande chaleur générale qui eſt de 26 degrés au-deſſus de la congélation, & que la plus grande hauteur à laquelle s'élève la liqueur du thermomètre, n'eſt tout au plus que de 33 degrés au-deſſus de ce même point, tandis que les grands froids de Sibérie vont quelquefois juſqu'à 60 & 70 degrés au-deſſous de ce même point de la congélation, & qu'à Péterſbourg, à Upſal, &c. ſous la même latitude de la Sibérie, les plus grands froids ne font deſcendre la liqueur qu'à 25 ou 26 degrés au-deſſous de la congélation; ainſi l'excès de chaleur produit par les cauſes locales n'étant que de 6 ou 7 degrés au-deſſus de la plus grande chaleur du reſte de la zone torride, & l'excès du froid produit de même par les cauſes locales, étant

de plus de 40 degrés au-dessous du plus grand froid, sous la même latitude; on doit en conclure que ces mêmes causes locales ont bien plus d'influence dans les climats froids que dans les climats chauds; quoiqu'on ne voie pas d'abord ce qui peut produire cette grande différence dans l'excès du froid & du chaud. Cependant en y réfléchissant, il me semble qu'on peut concevoir aisément la raison de cette différence. L'augmentation de la chaleur d'un climat tel que le Sénégal, ne peut venir que de l'action de l'air, de la nature du terroir & de la dépression du terrein: cette contrée presque au niveau de la mer est en grande partie couverte de sables arides; un vent d'est constant, au lieu d'y rafraîchir l'air, le rend brûlant, parce que ce vent traverse avant que d'arriver plus de deux mille lieues de terre, sur laquelle il s'échauffe toujours de plus en plus, & néanmoins toutes ces causes réunies ne produisent qu'un excès de 6 ou 7 degrés au-dessus de 26, qui est le terme de la plus grande chaleur de tous les autres climats. Mais dans une contrée telle que la Sibérie, où les plaines sont élevées comme les sommets des montagnes le sont au-dessus du niveau du reste de la terre, cette seule différence d'élévation doit produire un effet proportionnellement beaucoup plus grand que la dépression du terrein du Sénégal, qu'on ne peut pas supposer plus grande que celle du niveau de la mer; car si les plaines de Sibérie sont seulement élevées de quatre ou cinq cents toises au-dessus du niveau d'Upsal ou de Pétersbourg, on doit cesser d'être étonné que l'excès du froid y soit si grand, puisque la chaleur qui

émane de la terre décroiſſant à chaque point comme l'eſpace augmente, cette ſeule cauſe de l'élévation du terrein ſuffit pour expliquer cette grande différence du froid ſous la même latitude.

Il ne reſte ſur cela qu'une queſtion aſſez intéreſſante. Les hommes, les animaux & les plantes peuvent ſupporter pendant quelque temps la rigueur de ce froid extrême, qui eſt de 60 degrés au-deſſous de la congélation; pourroient-ils également ſupporter une chaleur qui ſeroit de 60 degrés au-deſſus? oui, ſi l'on pouvoit ſe précautionner & ſe mettre à l'abri contre le chaud, comme on ſait le faire contre le froid; ſi d'ailleurs cette chaleur exceſſive ne duroit, comme le froid exceſſif, que pendant un petit temps, & ſi l'air pouvoit pendant le reſte de l'année rafraîchir la Terre de la même manière que les émanations de la chaleur du globe réchauffent l'air dans les pays froids: on connoît des plantes, des inſectes & des poiſſons qui croiſſent & vivent dans des eaux thermales, dont la chaleur eſt de 45, 50, & juſqu'à 60 degrés; il y a donc des eſpèces dans la Nature vivante qui peuvent ſupporter ce degré de chaleur, & comme les Nègres ſont dans le genre humain ceux que la grande chaleur incommode le moins, ne devroit-on pas en conclure avec aſſez de vraiſemblance, que dans notre hypothèſe leur race pourroit être plus ancienne que celle des hommes blancs?

FIN du tome Second.

TABLE

TABLE DES MATIÈRES
Contenues dans ce Volume.

B

H

I

M

T

U

V

FIN de la Table des Matières.

Fautes à corriger dans ce Volume.

PAGE 16, *ligne 24*, le terme des résultats, *lisez* le terme moyen des résultats.

Page 438, ligne 11, $\frac{\frac{25}{176}}{50}$, *lisez* $\frac{\frac{25}{676}}{50}$.

Faute essentielle à corriger.

Dans la Table des Matières de l'Histoire Naturelle, Volume XV, page clxxxviij, seconde colonne, ligne 23, où le mot de Vache *ne doit pas se trouver, lisez* Jument *au lieu de* Vache.


GretagMacbeth™ ColorChecker Color Rendition Chart